



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

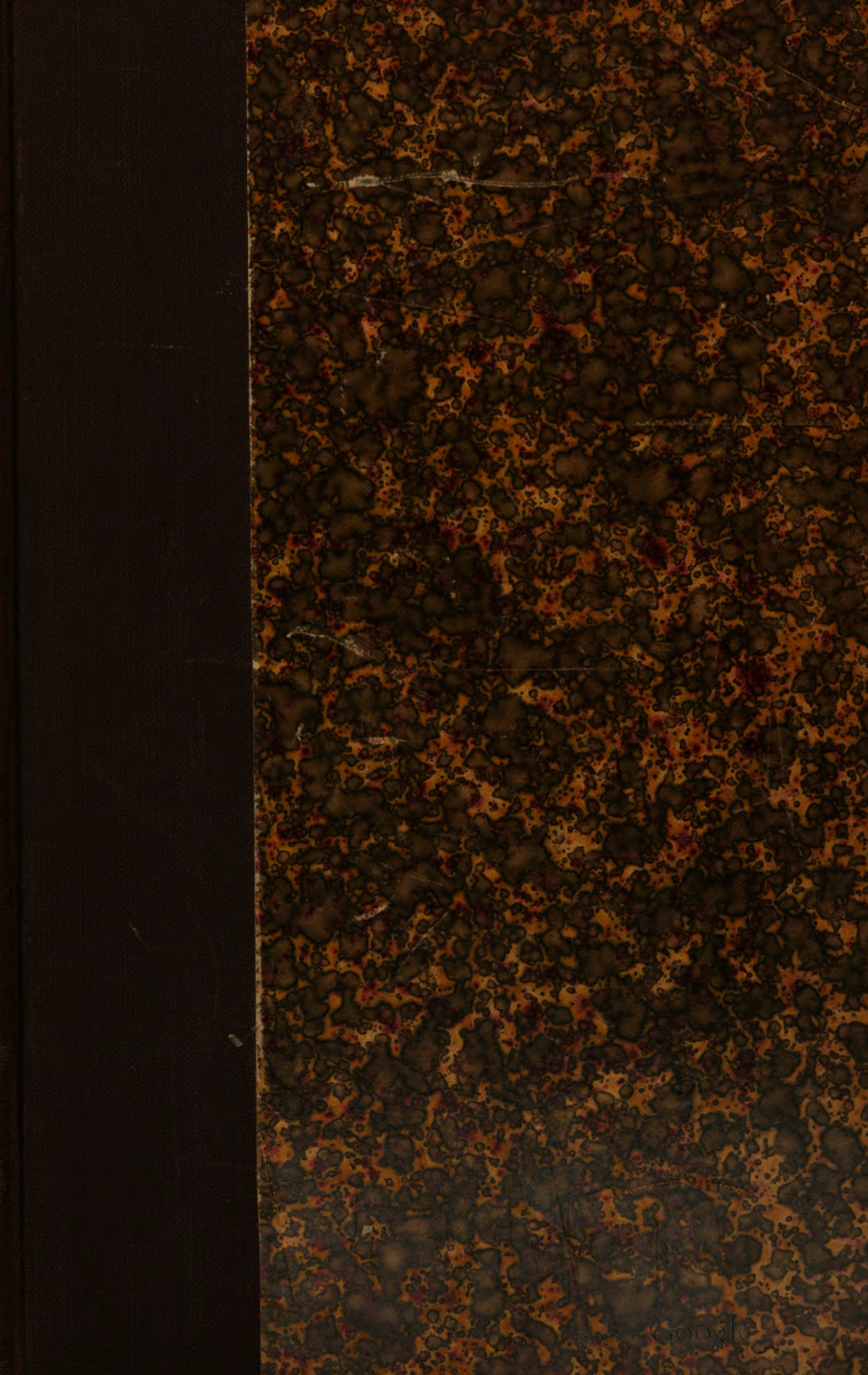
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



1921

SOC
7167

HARVARD UNIVERSITY.



LIBRARY

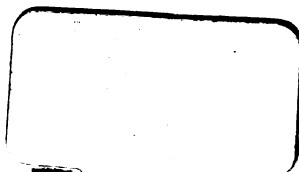
OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY.

4323

Exchange

April 28, 1899.



APR 28 1899

4323

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE NEUCHÂTEL

TOME XXIV

La liste des ouvrages reçus, publiée à la fin du Bulletin,
tient lieu d'accusé de réception.

NEUCHÂTEL

IMPRIMERIE DE H. WOLFRATH & C^{ie}

1896

APR 28 1896

Séance du 21 novembre 1895

RECHERCHES

sur le calcul des forces perturbatrices dans la théorie des perturbations séculaires

PAR LE D^r LOUIS ARNDT

Dans ses recherches intitulées : *Determinatio attractionis quam in punctum*, etc., Gauss a établi un théorème qui permet de déterminer les perturbations séculaires des éléments de l'orbite d'un corps céleste, si l'on ne considère que la première puissance des masses. Il suppose que la masse du corps produisant la perturbation est distribuée sur son orbite de telle manière que chaque élément d'arc reçoit une partie de la masse proportionnelle au temps pendant lequel la planète reste dans cet élément. L'expression de l'attraction de cette masse, exercée sur un autre corps céleste, représente la partie séculaire des perturbations.

Si ds désigne un élément d'arc, m_1 la masse du corps perturbateur, U_1 la durée de révolution, r_1 le rayon vecteur et v_1 la vitesse instantanée, le potentiel de cette distribution de masse peut être représenté par l'expression suivante :

$$\int \frac{ds}{r_1} \cdot \frac{m_1}{U_1 v_1},$$

dans laquelle l'intégrale doit être étendue à tout le tour de l'ellipse. Les dérivées partielles de ce potentiel représentent les composantes de l'attraction. En remplaçant l'anomalie excentrique par une autre variable d'intégration, on peut donner à ces composantes une forme complètement intégrable. Pour obtenir ces expressions, on a besoin chaque fois de résoudre une équation du troisième degré. La résolution n'est pas difficile, mais devient très incommode si l'on doit calculer les composantes un grand nombre de fois pour les différentes parties de l'orbite. Les recherches suivantes montrent qu'on peut éviter la résolution de cette équation et représenter les composantes de la force perturbatrice par l'expression :

$$A\omega + B\eta,$$

où A et B sont des fonctions rationnelles des coefficients de l'équation du troisième degré, et où ω et η sont les périodes des fonctions elliptiques de la première et de la deuxième espèce. Les périodes peuvent être exprimées par des séries hypergéométriques, dans lesquelles la variable est l'invariant absolu des fonctions elliptiques. Pour faciliter le calcul numérique des forces perturbatrices, j'ai ajouté à ces recherches une table assez étendue qui donne ces séries hypergéométriques pour toutes les valeurs de variables entre 0,000 et 1,000.

Soient R , U , Z les composantes de la force perturbatrice; R agissant dans la direction du rayon vecteur r du corps perturbateur, positive si r est augmenté; U perpendiculaire au rayon vecteur, positive dans la direction du mouvement; Z perpendiculaire au plan de l'orbite. $\oslash$ désigne la longueur du nœud, i l'incli-

naison de l'orbite sur une écliptique fixe, a le demi-grand axe, e l'excentricité, μ le mouvement moyen diurne, ω la distance angulaire du périhélie du nœud ascendant et $u = \omega + v$; v , E , M l'anomalie vraie, excentrique et moyenne.

D'après la méthode de la variation des constantes, on trouve les équations suivantes :

$$\begin{aligned}\sin i. (\delta \odot \odot)' &= \frac{a\mu \sec \varphi}{1+m} r \sin u. Z \\ (\delta i)' &= \frac{a\mu \sec \varphi}{1+m} r \cos u. Z \\ (\delta e)' &= \frac{a^2 \mu \cos \varphi}{1+m} \left\{ \sin v. R + (\cos v + \cos E) U \right\} \\ e(\delta \omega_1)' &= \frac{a^2 \mu \cos \varphi}{1+m} \left\{ -\cos v. R + \left(1 + \frac{r}{p}\right) \sin v U \right\} \\ (\delta \omega)' &= (\delta \omega_1)' - \cos i (\delta \odot \odot)' \\ (\delta \mu)' &= -\frac{3a^2 \mu^2}{(1+m) \cos \varphi} \left\{ e \sin v. R + \frac{p}{r} U \right\} \\ (\delta M)' &= -\frac{2a\mu}{1+m} r. R + \int (\delta \mu)' dt\end{aligned}$$

Dans ces formules, les composantes de la force perturbatrice contiennent la masse m_1 du corps perturbateur, mais non multipliée par k^2 (constante du système solaire).

On voit que ces équations différentielles sont de la forme :

$$(\delta c_i)' = \Phi_1 R + \Phi_2 U + \Phi_3 Z,$$

où les quantités Φ ne dépendent pas des éléments du corps perturbateur.

Les trois composantes R , U , Z sont fonctions de l'anomalie moyenne et peuvent être développées, d'après la théorie des séries de Fourier, en séries des *sinus* et *cosinus* des multiples de M et M_1 . Les termes de ces séries, qui sont indépendants de M et M_1 , donnent la partie séculaire des perturbations, de sorte qu'on a pour la variation séculaire de chaque élément :

$$\delta c_i = \frac{1}{4\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} (\Phi_1 R + \Phi_2 U + \Phi_3 Z) dM . dM_1 .$$

Si l'on désigne par J l'inclinaison des deux orbites et par K et K_1 la distance entre leur point d'intersection et l'écliptique, on a les équations :

$$\sin \frac{1}{2} J . \sin \frac{1}{2} (K + K_1) = \sin \frac{1}{2} (\oslash_1 - \oslash) . \sin \frac{1}{2} (i_1 + i)$$

$$\sin \frac{1}{2} J . \cos \frac{1}{2} (K + K_1) = \cos \frac{1}{2} (\oslash_1 - \oslash) . \sin \frac{1}{2} (i_1 - i)$$

$$\cos \frac{1}{2} J . \sin \frac{1}{2} (K - K_1) = \sin \frac{1}{2} (\oslash_1 - \oslash) . \cos \frac{1}{2} (i_1 + i)$$

$$\cos \frac{1}{2} J . \cos \frac{1}{2} (K - K_1) = \cos \frac{1}{2} (\oslash_1 - \oslash) . \cos \frac{1}{2} (i_1 - i)$$

Soient L_1 et B_1 la longitude et la latitude du corps perturbateur par rapport au plan de l'orbite de l'autre corps, on a, en posant $\Pi + v = l$:

$$\xi_1 = r_1 B_1 \cos(L_1 - l), \quad \eta_1 = r_1 \cos B_1 \sin(L_1 - l), \quad \zeta_1 = r_1 \sin B_1 .$$

puis :

$$\cos B_1 . \cos L_1 = \cos (\Pi + v_1)$$

$$\cos B_1 . \sin L_1 = \sin (\Pi + v_1) \cos J$$

$$\sin B_1 = \sin (\Pi + v_1) \sin J$$

Pour simplifier les formules, nous poserons :

$$\begin{aligned} -\sin \Pi_1 \cdot \cos J &= A \cdot \sin A'; & -\sin \Pi_1 &= B \sin B' \\ \cos \Pi_1 &= A \cos A'; & \cos \Pi_1 \cdot \cos J &= B \cos B' \\ A a_1 \cos (A' + \Pi + v) &= A_c; & B a_1 \cos \varphi_1 \sin (B' + \Pi + v) &= A_s \\ -A a_1 \sin (A' + \Pi + v) &= B_c; & B a_1' \cos \varphi_1 \cos (B' + \Pi + v) &= B_s \\ a_1 \sin \Pi_1 \sin J &= C_c; & a_1 \cos \varphi_1 \cos \Pi_1 \sin J &= C_s \end{aligned}$$

Ensuite des équations :

$$r_1 \cos v_1 = a_1' (\cos E_1 - e_1); \quad r_1 \sin v_1 = a_1 \cos \varphi_1 \sin E_1$$

les trois coordonnées peuvent être représentées par les expressions suivantes :

$$\begin{aligned} \xi_1 &= A_c (\cos E_1 - e_1) + A_s \sin E_1 \\ \eta_1 &= B_c (\cos E_1 - e_1) + B_s \sin E_1 \\ \zeta_1 &= C_c (\cos E_1 - e_1) + C_s \sin E_1 \end{aligned}$$

et le carré de la distance des deux corps célestes :

$$\Delta^2 = (\xi_1 - r)^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2$$

prend la forme :

$$\Delta^2 = A_0 - 2 B_0 \cos (t - E_1) + C_0 \cos^2 E_1$$

où l'on a posé :

$$\begin{aligned} a_1^2 + r^2 + 2 e_1 r A_c &= A_0, & e_1 a_1^2 + r A_c &= B_0 \cos \varepsilon \\ r \cdot A_s &= B_0 \sin \varepsilon, & a_1^2 e_1^2 &= C_0. \end{aligned}$$

Après avoir remplacé l'anomalie moyenne par l'anomalie excentrique, les composantes de la force perturbatrice sont de la forme :

$$R, U, Z = \frac{f(E_1)}{\Delta^3}.$$

Comme on l'a déjà mentionné plus haut, l'intégration par rapport à l'anomalie excentrique du corps perturbateur peut être exécutée. Après l'avoir effectuée, c'est-à-dire après avoir formé les expressions :

$$R_0 = \frac{1}{2\pi m_1} \int_0^{2\pi} R (1 - e_1 \cos E_1) dE_1$$

$$U_0 = \frac{1}{2\pi m_1} \int_0^{2\pi} U (1 - e_1 \cos E_1) dE_1$$

$$Z_0 = \frac{1}{2\pi m_1} \int_0^{2\pi} Z (1 - e_1 \cos E_1) dE_1$$

les variations des éléments :

$$\delta c_i = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (\Phi_1 R_0 + \Phi_2 U_0 + \Phi_3 Z_0) dE$$

s'obtiennent par la quadrature mécanique.

Il s'agit maintenant de former les expressions des quantités R_0 , U_0 , Z_0 . D'après Gauss, nous introduisons T comme nouvelle variable d'intégration par les équations :

$$N \cos E_1 = \alpha + \alpha_1 \sin T + \alpha_2 \cos T$$

$$N \sin E_1 = \beta + \beta_1 \sin T + \beta_2 \cos T$$

$$N = \gamma + \gamma_1 \sin T + \gamma_2 \cos T$$

Les neuf quantités α , β , γ doivent être des coefficients réels, si l'on donne à la variable T des valeurs réelles; on a donc l'équation suivante :

$$(\alpha + \alpha_1 \sin T + \alpha_2 \cos T)^2 + (\beta + \beta_1 \sin T + \beta_2 \cos T)^2 \\ - (\gamma + \gamma_1 \sin T + \gamma_2 \cos T)^2 = 0$$

Comme cette expression doit être indépendante de la valeur de T , il faut qu'elle soit identique avec l'expression :

$$k (\cos^2 T + \sin^2 T - 1).$$

Cette condition sera remplie si les coefficients α, β, γ satisfont aux relations suivantes, en posant $k=1$:

$$\begin{aligned} \alpha^2 + \beta^2 - \gamma^2 &= 1; & \alpha\alpha_1 + \beta\beta_1 - \gamma\gamma_1 &= 0 \\ \alpha_1^2 + \beta_1^2 - \gamma_1^2 &= 1; & \alpha\alpha_2 + \beta\beta_2 - \gamma\gamma_2 &= 0 \\ \alpha_2^2 + \beta_2^2 - \gamma_2^2 &= 1; & \alpha_1\alpha_2 + \beta_1\beta_2 - \gamma_1\gamma_2 &= 0 \end{aligned} \quad \cdot \cdot \cdot 1$$

D'autre part, il faut que l'expression :

$$(\alpha \cos E_1 + \beta \sin E_1 - \gamma)^2 - (\alpha_1 \cos E_1 + \beta_1 \sin E_1 - \gamma_1)^2 \\ - (\alpha_2 \cos E_1 + \beta_2 \sin E_1 - \gamma_2)^2 = 0$$

soit identique avec l'expression :

$$k (\cos^2 E_1 + \sin^2 E_1 - 1),$$

de sorte qu'on trouve les relations :

$$\begin{aligned} \alpha^2 - \alpha_1^2 - \alpha_2^2 &= -1; & \alpha\beta - \alpha_1\beta_1 - \alpha_2\beta_2 &= 0 \\ \beta^2 - \beta_1^2 - \beta_2^2 &= -1; & \alpha\gamma - \alpha_1\gamma_1 - \alpha_2\gamma_2 &= 0 \\ \gamma^2 - \gamma_1^2 - \gamma_2^2 &= +1; & \beta\gamma - \beta_1\gamma_1 - \beta_2\gamma_2 &= 0 \end{aligned} \quad \cdot \cdot \cdot 2$$

Pour obtenir encore d'autres relations, on dispose des neuf coefficients de telle manière que le carré de la distance entre les deux corps célestes soit donné par l'expression suivante :

$$N^2 \Delta^2 = G - G_1 \sin^2 T + G_2 \cos^2 T.$$

Par suite de cette équation,

$$\begin{aligned} G\alpha^2 - G_1\alpha_1^2 + G_2\alpha_2^2 &= C_0; & G\alpha\beta - G_1\alpha_1\beta_1 + G_2\alpha_2\beta_2 &= 0 \\ G\beta^2 - G_1\beta_1^2 + G_2\beta_2^2 &= 0; & G\alpha\gamma - G_1\alpha_1\gamma_1 + G_2\alpha_2\gamma_2 &= B_0 \cos \varepsilon \\ G\gamma^2 - G_1\gamma_1^2 + G_2\gamma_2^2 &= A_0; & G\beta\gamma - G_1\beta_1\gamma_1 + G_2\beta_2\gamma_2 &= B_0 \sin \varepsilon \end{aligned} \quad 3$$

Si l'on ordonne ces six équations en trois groupes de la manière suivante :

$$\begin{aligned} \alpha. G\alpha - \alpha_1. G_1\alpha_1 + \alpha_2. G_2\alpha_2 &= C_0 \\ \beta. G\alpha - \beta_1. G_1\alpha_1 + \beta_2. G_2\alpha_2 &= 0 \\ \gamma. G\alpha - \gamma_1. G_1\alpha_1 + \gamma_2. G_2\alpha_2 &= B_0 \cos \varepsilon \end{aligned} \quad 4$$

$$\begin{aligned} \alpha. G\beta - \alpha_1. G_1\beta_1 + \alpha_2. G_2\beta_2 &= 0 \\ \beta. G\beta - \beta_1. G_1\beta_1 + \beta_2. G_2\beta_2 &= 0 \\ \gamma. G\beta - \gamma_1. G_1\beta_1 + \gamma_2. G_2\beta_2 &= B_0 \sin \varepsilon \end{aligned} \quad 5$$

$$\begin{aligned} \alpha. G\gamma - \alpha_1. G_1\gamma_1 + \alpha_2. G_2\gamma_2 &= B_0 \cos \varepsilon \\ \beta. G\gamma - \beta_1. G_1\gamma_1 + \beta_2. G_2\gamma_2 &= B_0 \sin \varepsilon \\ \gamma. G\gamma - \gamma_1. G_1\gamma_1 + \gamma_2. G_2\gamma_2 &= A_0 \end{aligned} \quad 6$$

et si l'on multiplie les équations de chaque groupe respectivement par $+\alpha$, $+\beta$, $+\gamma$, on tire de chaque groupe les équations :

$$\begin{aligned} G\alpha &= -C_0\alpha + \gamma B_0 \cos \varepsilon \\ G\beta &= \gamma B_0 \sin \varepsilon \\ G\gamma &= -\alpha B_0 \cos \varepsilon - \beta B_0 \sin \varepsilon + \gamma A_0 \end{aligned} \quad 7$$

de même :

$$\begin{aligned} G_1\alpha_1 &= -\alpha_1 C_0 + \gamma_1 B_0 \cos \varepsilon \\ G_1\beta_1 &= \gamma_1 B_0 \sin \varepsilon \\ G_1\gamma_1 &= -\alpha_1 B_0 \cos \varepsilon - \beta_1 B_0 \sin \varepsilon + \gamma_1 A_0 \end{aligned} \quad 8$$

et :

$$\begin{aligned} -G_2\alpha_2 &= -\alpha_2 C_0 + \gamma_2 B_0 \cos \varepsilon \\ -G_2\beta_2 &= \gamma_2 B_0 \sin \varepsilon \\ -G_2\gamma_2 &= -\alpha_2 B_0 \cos \varepsilon - \beta_2 B_0 \sin \varepsilon + \gamma_2 A_0 \end{aligned} \quad 9$$

En combinant ces trois systèmes d'équations, on obtient une équation du troisième degré, savoir :

$$x \{ (x - A_0) (x + C_0) + B_0^2 \} + B_0^2 C_0 \sin^2 E = 0$$

ou :

$$x^3 - P_1 x + P_2 x - P_3 = 0,$$

en posant :

$$P_1 = A_0 - C_0, \quad P_2 = B_0^2 - A_0 C_0, \quad -P_3 = C_0 B_0^2 \sin^2 E.$$

Les racines G , G_1 , G_2 de cette équation sont réelles (G et G_1 positives, et G_2 négative).

Pour les composantes de la force perturbatrice, nous avons trouvé les expressions :

$$m_1 \cdot R_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left\{ A_r (\cos E_1 - e_1) + A_s \sin E_1 - r \right\} (1 - e_1 \cos E_1) \frac{dE_1}{\Delta^3}$$

$$m_1 U_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left\{ B_r (\cos E_1 - e_1) + B_s \sin E_1 - r \right\} (1 - e_1 \cos E_1) \frac{dE_1}{\Delta^3}$$

$$m_1 Z_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left\{ C_c (\cos E_1 - e_1) + C_s \sin E_1 - r \right\} (1 - e_1 \cos E_1) \frac{dE_1}{\Delta^3}$$

En remplaçant la variable E_1 par la nouvelle variable T , chacune de ces expressions se présente sous la forme :

$$V = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\Gamma + \Gamma_1 \sin^2 T + \Gamma_2 \cos^2 T}{(G - G_1 \sin^2 T + G_2 \cos^2 T)^{3/2}} dT$$

où l'on a posé :

$$\begin{aligned} \Gamma &= f \cdot \gamma^2 + b \cdot \alpha \gamma + h \cdot \beta \gamma - d \cdot \alpha \beta - l \cdot \alpha^2 \\ \Gamma_1 &= f \cdot \gamma_1^2 + b \cdot \alpha_1 \gamma_1 + h \cdot \beta_1 \gamma_1 - d \cdot \alpha_1 \beta_1 - l \cdot \alpha_1^2 \\ \Gamma_2 &= f \cdot \gamma_2^2 + b \cdot \alpha_2 \gamma_2 + h \cdot \beta_2 \gamma_2 - d \cdot \alpha_2 \beta_2 - l \cdot \alpha_2^2 \end{aligned}$$

les coefficients f , b , etc., prennent les valeurs :

pour R_0	U_0	Z_0
$f = -A_c e_1 - r,$	$-B_c e_1,$	$-C_c e_1$
$b = A_c(1 + e_1^2) + r e_1,$	$B_c(1 + e_1^2),$	$C_c(1 + e_1^2)$
$h = A_s,$	$B_s,$	C_s
$d = A_s e_1,$	$B_s e_1,$	$C_s e_1$
$l = A_c e_1,$	$B_c e_1,$	$C_c e_1$

Si l'on pose :

$$W = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dT}{\sqrt{(G - G_1 \sin^2 T + G_2 \cos^2 T)^3}},$$

on a :

$$\frac{\partial W}{\partial G} = -\frac{1}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dT}{\sqrt{(G - G_1 \sin^2 T + G_2 \cos^2 T)^3}}$$

$$\frac{\partial W}{\partial G_1} = +\frac{1}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin^2 T \cdot dT}{\sqrt{(G - G_1 \sin^2 T + G_2 \cos^2 T)^3}}$$

$$\frac{\partial W}{\partial G_2} = -\frac{1}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos^2 T \cdot dT}{\sqrt{(G - G_1 \sin^2 T + G_2 \cos^2 T)^3}}$$

et l'expression V se réduit à :

$$V = -\frac{1}{\pi} \left(r \frac{\partial W}{\partial G} - r_1 \frac{\partial W}{\partial G_1} + r_2 \frac{\partial W}{\partial G_2} \right).$$

Il s'agit maintenant d'exprimer ces dérivées partielles par les intégrales elliptiques complètes.

Dans ce but, je pose :

$$\sin^2 T = t \quad \text{et} \quad \frac{G_1 + G_2}{G + G_2} = k^2 \quad (\text{module});$$

il en résulte pour les limites de l'intégrale :

$$\begin{aligned} t = 0 & \quad \text{pour} \quad T = 0 \\ t = +1 & \quad \text{pour} \quad T = \frac{\pi}{2} \end{aligned}$$

et comme :

$$dT = \frac{1}{2} \frac{dt}{\sqrt{t(1-t)}},$$

on a :

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial G} &= + \frac{1}{2} \frac{1}{(G + G_2)^{1/2}} \int_0^1 \frac{dt}{\sqrt{t(1-t)(1-k^2 t)^3}} \\ \frac{\partial W}{\partial G_1} &= - \frac{1}{2} \frac{1}{(G + G_2)^{1/2}} \int_0^1 \frac{t \cdot dt}{\sqrt{t(1-t)(1-k^2 t)^3}} \\ \frac{\partial W}{\partial G_2} &= + \frac{1}{2} \frac{1}{(G + G_2)^{1/2}} \int_0^1 \frac{(1-t) dt}{\sqrt{t(1-t)(1-k^2 t)^3}} \end{aligned}$$

Afin de pouvoir effectuer l'intégration à l'aide des fonctions de Weierstrass, je pose :

$$\begin{aligned} \frac{1}{1 - k^2 t} &= -m(s - G) \\ \frac{t}{1 - k^2 t} &= -m_1(s - G_1) \\ \frac{1 - t}{1 - k^2 t} &= -m_2(s + G_2) \end{aligned}$$

où la quantité s désigne une nouvelle variable et les coefficients m , m_1 , m_2 représentent des constantes arbitraires dont je puis disposer.

Par différentiation de ces équations, on obtient :

$$\begin{aligned} \frac{k^2 dt}{(1 - k^2 t)^2} &= -m ds; & \frac{dt}{(1 - k^2 t)^2} &= -m_1 ds; \\ \frac{(k^2 - 1) dt}{(1 - k^2 t)^2} &= -m_2 ds \end{aligned}$$

Il résulte de ces équations que :

$$m_1 = m \cdot \frac{G + G_2}{G_1 + G_2}, \quad m_2 = m \cdot \frac{G_1 - G}{G_1 + G_2}$$

$$t = \frac{G + G_2}{G_1 + G_2} \cdot \frac{s - G_1}{s - G}$$

et l'on obtient pour les limites de l'intégrale :

$$t = 0 \quad \dots s = G_1$$

$$t = +1 \quad \dots s = -G_2$$

Si je fais maintenant :

$$m = \frac{1}{G - G_1}, \quad (G + G_2)(G - G_1)(G_1 + G_2) = C$$

et :

$$\sqrt{4(s - G)(s - G_1)(s + G_2)} = \sqrt{S},$$

on a :

$$\frac{\partial W}{\partial G} = + \frac{G_1 + G_2}{C} \int_G^{-G_2} \frac{ds}{\sqrt{S}} (s - G)$$

$$\frac{\partial W}{\partial G_1} = - \frac{G + G_2}{C} \int_G^{-G_2} \frac{ds}{\sqrt{S}} (s - G_1)$$

$$\frac{\partial W}{\partial G_2} = + \frac{G_1 - G}{C} \int_G^{-G_2} \frac{ds}{\sqrt{S}} (s + G_2)$$

En introduisant l'intégrale elliptique de la première espèce :

$$u = \int_{\varphi u}^{\infty} \frac{ds}{\sqrt{4(s - e_1)(s - e_2)(s - e_3)}}$$

comme nouvelle variable et en considérant les formules :

$$s - G = \wp u - e_1, \quad s - G_1 = \wp u - e_2, \quad s + G_2 = \wp u - e_3$$

$$\text{et} \quad s = \wp u, \quad \wp \omega = e_1, \quad \wp(\omega + \omega') = e_2, \quad \wp \omega' = e_3$$

on obtient

$$\frac{C}{G_1 + G_2} \frac{\partial W}{\partial G} = - \int_{\omega'}^{\omega + \omega'} (\wp u - e_1) du = - \left(e_1 \omega + \frac{\sigma'}{\sigma} (\omega + \omega') - \frac{\sigma'}{\sigma} (\omega') \right)$$

$$\frac{C}{G + G_2} \frac{\partial W}{\partial G_1} = - \int_{\omega'}^{\omega + \omega'} (\wp u - e_2) du = - \left(e_2 \omega + \frac{\sigma'}{\sigma} (\omega + \omega') - \frac{\sigma'}{\sigma} (\omega') \right)$$

$$\frac{C}{G_1 - G} \frac{\partial W}{\partial G_2} = - \int_{\omega'}^{\omega + \omega'} (\wp u - e_3) du = - \left(e_3 \omega + \frac{\sigma'}{\sigma} (\omega + \omega') - \frac{\sigma'}{\sigma} (\omega') \right)$$

où $\wp$ et σ désignent les fonctions weierstrassiennes, et ω , ω' , η et η' les périodes des fonctions elliptiques.

D'après la théorie des fonctions σ , on a les relations :

$$\frac{\sigma'}{\sigma} (\omega + \omega') = \eta + \eta', \quad \frac{\sigma'}{\sigma} \omega' = \eta'$$

de sorte qu'on obtient finalement pour les trois dérivées :

$$\frac{\partial W}{\partial G} = - \frac{G_1 + G_2}{C} (e_1 \omega + \eta)$$

$$\frac{\partial W}{\partial G_1} = + \frac{G + G_2}{C} (e_2 \omega + \eta)$$

$$\frac{\partial W}{\partial G_2} = - \frac{G_1 - G}{C} (e_3 \omega + \eta)$$

et pour les composantes de la force perturbatrice :

$$R = \frac{2}{\pi} \left\{ \Gamma \frac{G_1 + G_2}{C} (e_1 \omega + \eta) + \Gamma_1 \frac{G + G_2}{C} (e_2 \omega + \eta) \right. \\ \left. + \Gamma_2 \frac{G_1 - G}{C} (e_3 \omega + \eta) \right\}$$

Les trois quantités e doivent remplir la condition suivante :

$$e_1 + e_2 + e_3 = 0$$

et si l'on pose :

$$G_1 + G_1 - G_2 = P_1$$

on a :

$$e_1 = G - \frac{1}{3} P_1, \quad e_2 = G_1 - \frac{1}{3} P_1, \quad e_3 = -G_2 - \frac{1}{3} P_1$$

Pour simplifier la formule, je pose encore :

$$\Lambda = (G_1 + G_2) \Gamma + (G + G_2) \Gamma_1 + (G_1 - G) \Gamma_2$$

et

$$\Theta = (G_1 + G_2) G \Gamma + (G + G_2) G_1 \Gamma_1 - (G_1 - G) G_2 \Gamma_2,$$

de sorte qu'on a :

$$V = \frac{2}{\pi} \left\{ \frac{\Lambda}{C} \left(\eta - \omega \frac{P_1}{3} \right) + \omega \frac{\Theta}{C} \right\}.$$

Les quantités Θ et Λ contiennent encore les racines de l'équation cubique, qui doivent être exprimées par les coefficients de cette équation. Dans ce but, on forme les expressions suivantes :

$$A_1 = -\Gamma + \Gamma_1 + \Gamma_2$$

$$B_1 = G\Gamma - G_1\Gamma_1 + G_2\Gamma_2$$

$$C_1 = \frac{\Gamma}{G} - \frac{\Gamma}{G_1} + \frac{\Gamma_2}{G_2};$$

$$G + G_1 - G_2 = P_1$$

$$GG_1 - GG_2 - G_1G_2 = P_2$$

$$GG_1G_2 = P_3$$

D'après les formules de la page 11, on a :

$$\begin{aligned} A_1 = & f(-\gamma^2 + \gamma_1^2 + \gamma_2^2) + b(-\alpha\gamma + \alpha_1\gamma_1 + \alpha_2\gamma_2) \\ & + h(-\beta\gamma + \beta_1\gamma_1 + \beta_2\gamma_2) - d(-\alpha\beta + \alpha_1\beta_1 + \alpha_2\beta_2) \\ & - l(-\alpha^2 + \alpha_1^2 + \alpha_2^2), \end{aligned}$$

expression qui se réduit à :

$$A_1 = -f - l$$

si l'on prend en considération les formules de la page 12; on obtient pour les trois composantes :

$$A_1 = +r, \quad 0, \quad 0.$$

Les mêmes formules donnent pour la seconde quantité B_1 l'expression suivante :

$$\begin{aligned} B_1 = & f(G\gamma^2 - G_1\gamma_1^2 + G_2\gamma_2^2) + b(G\alpha\gamma - G_1\alpha_1\gamma_1 + G_2\alpha_2\gamma_2) \\ & + h(G\beta\gamma - G_1\beta_1\gamma_1 + G_2\beta_2\gamma_2) - d(G\alpha\beta - G_1\alpha_1\beta_1 + G_2\alpha_2\beta_2) \\ & - l(G\alpha^2 - G_1\alpha_1^2 + G_2\alpha_2^2); \end{aligned}$$

qui se réduit à :

$$B_1 = f.A_0 + b.B_0 \cos \varepsilon + h.B_0 \sin \varepsilon - l.C_0.$$

Cette équation paraît la plus commode pour le calcul numérique des quantités B_1^R et B_1^Z ; pour calculer la troisième quantité B_1^U , il est préférable d'introduire les valeurs primitives, de sorte qu'on obtient :

$$B_1^U = -\frac{1}{2} r. \alpha_1^2 \cos^2 \varphi_1 \sin^2 J. \sin 2(\Pi + v) - r^2 e_1 B_c.$$

Il nous reste encore à transformer l'expression de la quantité C_1 , savoir :

$$\begin{aligned} C_1 = & f\left(\frac{\gamma^2}{G} - \frac{\gamma_1^2}{G_1} + \frac{\gamma_2^2}{G_2}\right) + b\left(\frac{\alpha\gamma}{G} - \frac{\alpha_1\gamma_1}{G_1} + \frac{\alpha_2\gamma_2}{G_2}\right) \\ & + h\left(\frac{\beta\gamma}{G} - \frac{\beta_1\gamma_1}{G_1} + \frac{\beta_2\gamma_2}{G_2}\right) - d\left(\frac{\alpha\beta}{G} - \frac{\alpha_1\beta_1}{G_1} + \frac{\alpha_2\beta_2}{G_2}\right) \\ & - l\left(\frac{\alpha^2}{G} - \frac{\alpha_1^2}{G_1} + \frac{\alpha_2^2}{G_2}\right) \end{aligned}$$

Dans ce but, je multiplie la première des équations, page 10 :

$$G\alpha^2 - G_1\alpha_1^2 + G_2\alpha^2 = C_0$$

par l'équation :

$$G + G_1 - G_2 = P_1$$

puis l'équation :

$$\alpha_1^2 + \alpha_2^2 - \alpha^2 = + 1$$

par :

$$GG_1 - GG_2 - G_1G_2 = P_2$$

On obtient par l'addition des produits l'équation suivante :

$$\alpha^2 G_1 G_2 - \alpha_1^2 G G_2 + \alpha_2^2 G G_1 = + P_2 + P_1 C_0 + \alpha_2^2 G_2^2 + \alpha_1^2 G_1^2 - \alpha^2 G^2$$

Les trois termes au carré du second membre de cette équation peuvent être remplacés par des quantités connues, en multipliant les équations :

$$\begin{aligned} G\alpha &= -C_0\alpha + B_0 \cos \varepsilon \cdot \gamma \quad \text{par } -G\alpha \\ G_1\alpha_1 &= -C_0\alpha_1 + B_0 \cos \varepsilon \cdot \gamma_1 \quad \text{par } G_1\alpha_1 \\ G_2\alpha_2 &= +C_0\alpha_2 - B_0 \cos \varepsilon \cdot \gamma_2 \quad \text{par } G_2\alpha_2 \end{aligned}$$

et en additionnant les produits :

$$G_2^2 \alpha_2^2 + G_1^2 \alpha_1^2 - G^2 \alpha^2 = C_0^2 - B_0^2 \cos^2 \varepsilon,$$

et après avoir divisé cette expression par :

$$GG_1 G_2 = -P_3$$

on obtient l'équation finale :

$$\frac{\alpha^2}{G} - \frac{\alpha_1^2}{G_1} + \frac{\alpha_2^2}{G_2} = -\frac{1}{P_3} (P_2 + P_1 C_0 + C_0^2 - B_0^2 \cos^2 \varepsilon) = \frac{B_0^2 \sin^2 \varepsilon}{-P_3}$$

D'une manière analogue, on déduit les expressions suivantes :

$$\frac{\gamma^2}{G} - \frac{\gamma_1^2}{G_1} + \frac{\gamma_2^2}{G_2} = -\frac{1}{P_3} (-P_2 + P_1 A_0 + B_0^2 - A_0^2) = 0$$

$$\frac{\alpha\beta}{G} - \frac{\alpha_1\beta_1}{G_1} + \frac{\alpha_2\beta_2}{G_2} = \frac{1}{-P_3} \cdot B_0^2 \sin \varepsilon \cos \varepsilon$$

$$\frac{\alpha\gamma}{G} - \frac{\alpha_1\gamma_1}{G_1} + \frac{\alpha_2\gamma_2}{G_2} = \frac{B_0 \cos \varepsilon}{-P_3} (P_1 + C_0 - A_0) = 0$$

$$\frac{\beta\gamma}{G} - \frac{\beta_1\gamma_1}{G_1} + \frac{\beta_2\gamma_2}{G_2} = \frac{B_0 \sin \varepsilon}{-P_3} (P_1 - A_0) = \frac{-C_0 B_0 \sin \varepsilon}{-P_3}$$

Les trois termes quadratiques dans l'expression C_1 se présentent sous la forme :

$$\begin{aligned} \frac{\Gamma}{G} &= \frac{\gamma^2}{G} f + \frac{\alpha\gamma}{G} b + \frac{\beta\gamma}{G} h - \frac{\alpha\beta}{G} d - \frac{\alpha^2}{G} l \\ -\frac{\Gamma_1}{G_1} &= -\frac{\gamma_1^2}{G_1} f - \frac{\alpha_1\gamma_1}{G_1} b - \frac{\beta_1\gamma_1}{G_1} h + \frac{\alpha_1\beta_1}{G_1} d + \frac{\alpha_1^2}{G_1} l \\ \frac{\Gamma_2}{G_2} &= \frac{\gamma_2^2}{G_2} f + \frac{\alpha_2\gamma_2}{G_2} b + \frac{\beta_2\gamma_2}{G_2} h - \frac{\alpha_2\beta_2}{G_2} d - \frac{\alpha_2^2}{G_2} l \end{aligned}$$

En additionnant ces trois équations, on obtient l'expression générale :

$$-P_3 C_1 = B_0 \sin \varepsilon (d \cdot B_0 \cos \varepsilon - l \cdot B_0 \sin \varepsilon - h \cdot C_0);$$

après avoir remplacé les coefficients d, h, l par leurs valeurs page 12, cette expression, pour les trois composantes, se présente sous la forme :

$$C_1^R = 0$$

$$-P_3 C_1^U = A_s r^2 e_1 (A_c B_s - A_s B_c) = A_s r^2 e_1 A \cdot B \cdot a_1^2 \cos \varphi_1 \cos (A' - B')$$

$$-P_3 C_1^C = A_s r^2 e_1 (A_c C_s - A_s C_c).$$

A l'aide des valeurs obtenues pour les quantités A_1, B_1, C_1 , on peut développer les coefficients :

$$\Lambda = (G_1 + G_2) \Gamma + (G + G_2) \Gamma_1 + (G_1 - G) \Gamma_2$$

et

$$\Theta = (G_1 + G_2) G \Gamma + (G + G_2) G_1 \Gamma_1 + (G - G_2) G_2 \Gamma_2.$$

D'après Halphén¹, on tire de l'identité :

$$\begin{vmatrix} -\Gamma & \Gamma_1 & \Gamma_2 \\ G & G_1 & -G_2 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{G} & \frac{1}{G_1} & -\frac{1}{G_2} \\ G & G_1 & -G_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A_1 & -C_1 & -B_1 \\ P_1 & 3 & P_1^2 - 2P_2 \\ 3 & -\frac{P_2}{-P_3} & P_1 \end{vmatrix}$$

l'expression suivante :

$$-\frac{\Lambda}{C} \cdot C^2 = A_1 (3P_1 P_3 - P_1^2 P_2 + 2P_2^2) - B_1 (P_1 P_2 - 9P_3) - 2C_1 P_3 (P_1^2 - 3P_2).$$

Si l'on pose :

$$\begin{aligned} P_1 P_2 - 9P_3 &= \rho \\ P_1^2 - 3P_2 &= \lambda \end{aligned}$$

on obtient donc :

$$\frac{\Lambda^R}{C} \cdot C^2 = 2\lambda \cdot \frac{1}{3} P_2 r + \rho \left(B_1^R + \frac{1}{3} P_1 \cdot r \right)$$

$$\frac{\Lambda^U}{C} \cdot C^2 = 2\lambda P_3 \cdot C_1^U + \rho B_1^U$$

$$\frac{\Lambda^Z}{C} \cdot C^2 = 2\lambda P_3 C_1^Z + \rho B_1^Z.$$

Le calcul du coefficient C^2 se fait de la manière suivante :

Si g_2 et g_3 représentent les invariants de l'équation cubique, dont les quantités G sont les racines, l'expression $g_2^3 - 27g_3^2$ sera le discriminant de cette équation, et on aura :

¹ Halphén, *Théorie des fonctions elliptiques*.

$$C^2 = (G + G_2)^2 \cdot (G - G_1)^2 \cdot (G_1 + G_2)^2 = \frac{1}{16} (g_2^3 - 27 g_3^2).$$

En désignant par g l'invariant absolu, on obtient :

$$C^2 = \frac{27}{16} \cdot g_3^2 (g - 1)$$

où les invariants ont les valeurs respectives :

$$g_2 = \frac{4}{3} \lambda$$

$$g_3 = \frac{4}{27} (2 P_1 \lambda - 3 \rho),$$

$$g = \frac{g_3^2}{27 g_3^2}$$

L'autre coefficient θ s'obtiendra à l'aide de l'identité :

$$\begin{vmatrix} G\Gamma & -G_1\Gamma_1 & G_2\Gamma_1 \\ G & G_1 & -G_2 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{G} & \frac{1}{G_1} & -\frac{1}{G_2} \\ \frac{G_2+G_1}{G} & -\frac{G_2+G}{G_1} & \frac{G_1-G}{G_2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} B_1 & -A_1 & \Lambda \\ P_1 & 3 & 0 \\ 3 & -\frac{P_2}{P_3} & -\frac{C_3}{P_3} \end{vmatrix}$$

sous la forme :

$$\theta \cdot 2 (P_1^2 - 3 P_2) = \Lambda (P_1 P_2 - 9 P_3) + C (P_1 A_1 + 3 B_1)$$

ou :

$$\frac{\theta^R}{C} = \frac{1}{2\lambda} \left(\frac{\Lambda^R}{C} \rho + 3 (B_1^R + \frac{1}{3} P_1 r) \right)$$

$$\frac{\theta^U}{C} = \frac{1}{2\lambda} \left(\frac{\Lambda^U}{C} \rho + 3 B_1^U \right)$$

$$\frac{\theta^Z}{C} = \frac{1}{2\lambda} \left(\frac{\Lambda^Z}{C} \rho + 3 B_1^Z \right).$$

Pour effectuer le calcul de l'expression :

$$V = \frac{2}{\pi} \left\{ \frac{\Lambda}{C} \left(\eta - \omega \frac{P_1}{3} \right) + \omega \frac{\Theta}{C} \right\}$$

il nous reste encore à calculer les intégrales elliptiques ω et η . Ce calcul se fait d'après les recherches de M. Bruns¹.

Si g_2 et g_3 désignent les coefficients de l'équation cubique :

$$4s^3 - g_2s - g_3 = 0$$

et g l'invariant absolu, M. Bruns pose :

$$\omega = \Omega g_3^{-\frac{1}{6}} \cdot g_2^{\frac{1}{3}} \quad \text{et} \quad \eta = H g_3^{\frac{1}{6}}$$

et trouve pour les quantités Ω et H les équations différentielles suivantes :

$$g(g-1) \frac{d^2\Omega}{dg^2} + \left(\frac{7}{3}g - \frac{4}{3} \right) \frac{d\Omega}{dg} + \frac{55}{144} \Omega = 0$$

$$g(g-1) \frac{d^2H}{dg^2} + \left(\frac{4}{3}g - \frac{1}{3} \right) \frac{dH}{dg} - \frac{5}{144} H = 0,$$

ces équations correspondent à l'équation différentielle de la série hypergéométrique de Gauss, savoir :

$$x(x-1) \frac{d^2F}{dx^2} + (x(\alpha + \beta + 1) - \gamma) \frac{dF}{dx} + \alpha \cdot \beta \cdot F = 0;$$

on pourrait donc poser :

$$\Omega = C \cdot F\left(\frac{11}{12}, \frac{5}{12}, \frac{4}{3}, g\right)$$

$$H = C' \cdot F\left(\frac{5}{12}, -\frac{1}{12}, \frac{1}{3}, g\right)$$

où C et C' représentent deux constantes.

En prenant en considération les relations :

¹ Bruns, *Ueber die Perioden der elliptischen Integrale erster und zweiter Gattung.*

$$x^{\alpha-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta} \cdot F(\alpha, \beta, \gamma, x) = F\left(1-\alpha, \gamma-\alpha, \gamma-\alpha-\beta+1, \frac{x-1}{x}\right)$$

on obtient pour les deux quantités ω et η les expressions suivantes :

$$\omega = C \cdot 27^{\frac{1}{12}} \cdot g_2^{-\frac{1}{4}} F\left(\frac{1}{12}, \frac{5}{12}, 1, \frac{g-1}{g}\right)$$

$$H = C' 27^{-\frac{1}{12}} g_2^{\frac{1}{4}} F\left(\frac{7}{12}, -\frac{1}{12}, 1, \frac{g-1}{g}\right)$$

Pour déterminer les constantes C et C' , on pose :

$$g = 1, g_3 = 1 \text{ donc } g_2 = 3;$$

dans ce cas, on aura :

$$e_1 = 1, e_2 = e_3 = -\frac{1}{2}, k^2 = \frac{e_2 - e_3}{e_1 - e_3} = 0,$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{e_1 - e_3}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi}} = \frac{\pi}{\sqrt{6}},$$

et comme :

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} d\varphi \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi} = \frac{e_1 \omega + \eta}{\sqrt{e_1 - e_3}}$$

on obtient :

$$\eta = \frac{\pi}{24}$$

Les intégrales elliptiques se calculent donc d'après les formules :

$$\omega = \frac{\pi}{\sqrt[4]{12}} g_2^{-\frac{1}{4}} F\left(\frac{1}{12}, \frac{5}{12}, 1, \frac{g-1}{g}\right)$$

$$\eta = \frac{\pi}{\sqrt[4]{1728}} g_2^{\frac{1}{4}} F\left(\frac{7}{12}, \frac{1}{12}, 1, \frac{g-1}{g}\right),$$

Pour faciliter la détermination de ces quantités ω et η , j'ai calculé une table qui donne pour l'argument $\frac{g-1}{g} = x$ les deux séries hypergéométriques :

$$F_{\omega}\left(\frac{1}{12}, \frac{5}{12}, 1, x\right) \text{ et } F_{\eta}\left(\frac{7}{12}, -\frac{1}{12}, 1, x\right)$$

Si l'argument de ces séries est $> \frac{1}{2}$, leur convergence est petite; pour ce cas, j'ai effectué le calcul de la table de la manière suivante :

La somme de la série hypergéométrique dont l'argument est 1, se représente par l'expression :

$$F(\alpha, \beta, \gamma, 1) = \frac{\Gamma(\gamma) \cdot \Gamma(\gamma - \beta - \alpha)}{\Gamma(\gamma - \alpha) \cdot \Gamma(\gamma - \beta)}$$

ou d'après Gauss :

$$= \frac{\Pi(\gamma - 1) \Pi(\gamma - \alpha - \beta - 1)}{\Pi(\gamma - \alpha - 1) \Pi(\gamma - \beta - 1)};$$

dans ces formules Γ et Π ont la signification connue.

Pour quelques valeurs spéciales on a :

$$\Pi(0) = 1, \Pi\left(-\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi} \text{ et } \Pi(\mu) = \mu \cdot \Pi(\mu - 1)$$

de sorte qu'on obtient :

$$F\left(\frac{1}{12}, \frac{5}{12}, 1, 1\right) = \frac{77 \cdot \sqrt{\pi}}{144 \cdot \Pi\left(\frac{7}{12}\right) \Pi\left(\frac{11}{12}\right)}$$

$$F\left(\frac{7}{12}, -\frac{1}{12}, 1, 1\right) = \frac{5 \cdot \sqrt{\pi}}{12 \cdot \Pi\left(\frac{5}{12}\right) \cdot \Pi\left(\frac{1}{12}\right)}$$

Les logarithmes des fonctions Π se trouvent dans une table calculée par Gauss¹.

¹ Gauss, *Disquisitiones generales circa seriem*, etc. Werke III.

En introduisant au lieu de x l'argument $1 - x$, on a la relation générale :

$$F(\alpha, \beta, \gamma, x) = A \cdot F(\alpha, \alpha + \beta - \gamma - 1, 1 - x) \\ + B \cdot (1 - x)^{\gamma - \alpha - \beta} \cdot F(\gamma - \alpha, \gamma - \beta, \gamma - \alpha - \beta + 1, 1 - x),$$

où

$$A = \frac{\Pi(\gamma - 1) \Pi(\gamma - \alpha - \beta - 1)}{\Pi(\gamma - \alpha - 1) \Pi(\gamma - \beta - 1)} \\ B = \frac{\Pi(\gamma - 1) \Pi(\alpha + \beta - \gamma - 1)}{\Pi(\alpha - 1) \Pi(\beta - 1)}.$$

On aura donc, pour les séries hypergéométriques dont nous avons besoin, les expressions suivantes :

$$F_{\omega} \left(\frac{1}{12}, \frac{5}{12}, 1, x \right) = A_1 \cdot F \left(\frac{1}{12}, \frac{5}{12}, \frac{1}{2}, 1 - x \right) \\ + B_1 (1 - x)^{\frac{1}{2}} \cdot F \left(\frac{11}{12}, \frac{7}{12}, \frac{3}{2}, 1 - x \right)$$

$$F_{\eta} \left(\frac{7}{12}, -\frac{1}{12}, 1, x \right) = A_2 \cdot F \left(\frac{7}{12}, -\frac{1}{12}, \frac{1}{2}, 1 - x \right) \\ + B_2 (1 - x)^{\frac{1}{2}} \cdot F \left(\frac{5}{12}, \frac{13}{12}, \frac{3}{2}, 1 - x \right)$$

et

$$A_1 = F \left(\frac{1}{12}, \frac{5}{12}, 1, 1 \right), \quad A_2 = F \left(\frac{7}{12}, -\frac{1}{12}, 1, 1 \right)$$

$$B_1 = -\frac{1}{6} A_2 \quad B_2 = +\frac{1}{6} A_1$$

$$\log A_1 = 0,040\,77266, \quad \log A_2 = 9,939\,19972 - 10;$$

Pour des valeurs de l'argument qui dépassent 0,980, l'interpolation devient inexacte pour un calcul de sept décimales, à cause des différences supérieures; il sera donc plus opportun pour un cas spécial de calculer directement les séries, où l'on n'a besoin que de quelques termes. Pour faciliter ce calcul, voici les coefficients de ces quatre séries :

$$F(\alpha, \beta, \gamma, 1-x) = 1 + c_1(1-x) + c_2(1-x)^2 + c_3(1-x)^3 + \dots$$

	$F\left(\frac{1}{12}, \frac{5}{12}, \frac{1}{2}, (1-x)\right)$	$F\left(\frac{11}{12}, \frac{7}{12}, \frac{3}{2}, (1-x)\right)$
$lg\ c_1$	8.841 6375	9.478 4596
c_2	8.550 5460	9.249 5160
c_3	8.377 4602	9.100 5639
c_4	8.253 9553	8.989 9089
c_5	8.157 8823	8.901 8194
c_6	8.079 2491	8.828 6286
c_7	8.012 6888	8.766 0164
c_8	7.954 9840	8.711 3067
c_9	7.904 0532	8.662 7260
c_{10}	7.858 4720	8.619 0380

	$F\left(\frac{7}{12}, \frac{1}{12}, -\frac{1}{2}, (1-x)\right)$	$F\left(\frac{5}{12}, \frac{13}{12}, \frac{3}{2}, (1-x)\right)$
$lg\ c_1$	8.987 7655 <i>n</i>	9.478 4596
c_2	8.672 4280 <i>n</i>	9.249 5160
c_3	8.267 0553 <i>n</i>	8.901 8194
c_4	8.492 0937 <i>n</i>	9.100 5639
c_5	8.365 1397 <i>n</i>	8.989 9089
c_6	8.187 1057 <i>n</i>	8.828 6286
c_7	8.119 6172 <i>n</i>	8.766 0164
c_8	8.061 2230 <i>n</i>	8.711 3067
c_9	8.009 7599 <i>n</i>	8.662 7260
c_{10}	7.963 7554 <i>n</i>	8.619 0380

Résumé des Formules.

$$\sin \frac{1}{2} J \sin \frac{1}{2} (K + K_1) = \sin \frac{1}{2} (\delta \delta_1 - \delta \delta) \sin \frac{1}{2} (\mathfrak{i}_1 + \mathfrak{i})$$

$$\sin \frac{1}{2} J \cos \frac{1}{2} (K + K_1) = \cos \frac{1}{2} (\delta \delta_1 - \delta \delta) \sin \frac{1}{2} (\mathfrak{i}_1 - \mathfrak{i})$$

$$-\sin \Pi_1 \cos J = A \sin A', \quad -\sin \Pi_1 = B \sin B'$$

$$\cos \Pi_1 = A \cos A', \quad \cos \Pi_1 \cos J = B \cos B'$$

$$A \cdot a_1 \cos (A' + \Pi + v) = A_c$$

$$-A \cdot a_1 \sin (A' + \Pi + v) = B_c$$

$$a_1 \sin \Pi_1 \sin J = C_c$$

$$B \cdot a_1 \cos \varphi_1 \sin (B' + \Pi + v) = A_s$$

$$B \cdot a_1 \cos \varphi_1 \cos (B' + \Pi + v) = B_s$$

$$a_1 \cos \varphi_1 \cos \Pi_1 \cdot \cos J = C_s$$

$$a_1^2 + r^2 + 2e_1 r \cdot A_c = A_o$$

$$e_1 a_1^2 + r \cdot A_c = B_o \cos \varepsilon; \quad r A_s = B_o \sin \varepsilon; \quad a_1^2 e_1^2 = C_o$$

$$P_1 = A_o - C_o; \quad P_2 = B_o^2 - A_o C_o; \quad -P_3 = C_o B_o^2 \sin^2 \varepsilon$$

$$P_1^2 - 3P_2 = \lambda, \quad P_1 P_2 - G P_3 = \rho$$

$$g_2 = \frac{4}{3} \lambda, \quad g_3 = \frac{4}{27} \cdot (2 P_1 \lambda - 3 \rho), \quad g = \frac{g_2^3}{27 \cdot g_3^2}$$

$$\omega = \frac{\pi}{\sqrt[4]{12}} g_2^{-\frac{1}{4}} F \omega; \quad \tau = \frac{\pi}{\sqrt[4]{1728}} g_2^{\frac{1}{4}} F \tau$$

$$\log \frac{\pi}{\sqrt[4]{12}} = 0,22735456, \quad \log \frac{\pi}{\sqrt[4]{1728}} = 9,68776394 - 10$$

On prend de la table les valeurs de F_ω et F_η avec l'argument :

$$\frac{g-1}{g} = x$$

$$A_1^R = r, \quad A_1^U = 0, \quad A_1^Z = 0$$

$$B_1^R = -A_o (A_c e_1 + r) + B_o \cos \varepsilon (e_1 r + A_c (1 + e_1^2)) + A_s B_o \sin \varepsilon$$

$$B_1^U = -\frac{1}{2} r a_1^2 \cos^2 \varphi_1 \sin^2 J \sin 2(\Pi + v) - r^2 e_1 B_c - A_c C_o e_1$$

$$B_1^Z = -A_o C_c e_1 + B_o \cos \varepsilon C_c (1 + e_1^2) + C_s B_o \sin \varepsilon - C_c C_o e_1$$

$$-P_3 C_1^R = 0$$

$$-P_3 C_1^U = A_s r^2 e_1 A B a_1^2 \cos^2 \varphi_1 \cos (A' - B')$$

$$-P_3 C_1^Z = A_s r^2 e_1 (A_c C_s - A_s C_c)$$

$$C^2 = \frac{27}{16} \cdot g^2 (g-1)$$

$$\frac{\Lambda^R}{C} \cdot C^2 = \frac{2}{3} \lambda P_2^2 r + \rho (B_1^R + \frac{1}{3} P_1 r)$$

$$\frac{\Lambda^U}{C} \cdot C^2 = 2\lambda P_3 C_1^U + \rho B_1^U$$

$$\frac{\Lambda^Z}{C} \cdot C^2 = 2\lambda P_3 C_1^Z + \rho B_1^Z$$

$$\frac{\Theta^R}{C} = \frac{1}{2\lambda} \left(\frac{\Lambda^R}{C} \rho + 3 (B_1^R + \frac{1}{3} P_1 r) \right)$$

$$\frac{\Theta^U}{C} = \frac{1}{2\lambda} \left(\frac{\Lambda^U}{C} \rho + 3 B_1^U \right)$$

$$\frac{\Theta^Z}{C} = \frac{1}{2\lambda} \left(\frac{\Lambda^Z}{C} \rho + 3 B_1^Z \right)$$

$$R_o = \frac{2}{\pi} \left\{ \frac{\Lambda^R}{C} \left(\omega - \eta \frac{P_1}{3} \right) + \omega \cdot \frac{\Theta^R}{C} \right\}$$

$$U_o = \frac{2}{\pi} \left\{ \frac{\Lambda^U}{C} \left(\omega - \eta \frac{P_1}{3} \right) + \omega \cdot \frac{\Theta^U}{C} \right\}$$

$$Z_o = \frac{2}{\pi} \left\{ \frac{\Lambda^Z}{C} \left(\omega - \eta \frac{P_1}{3} \right) + \omega \cdot \frac{\Theta^Z}{C} \right\}$$

Pour contrôler ces formules, j'ai calculé les composantes de la force perturbatrice exercée par la planète Vénus sur Mercure et j'ai obtenu les mêmes valeurs que M. Hill¹ a trouvées.

Après avoir évalué les forces perturbatrices, le calcul des perturbations séculaires se fait de la manière suivante: on divise en douze parties l'orbite du corps céleste qui subit les perturbations, et on calcule pour chaque point de division, donc pour $E = 0^\circ, 30^\circ, \dots 330^\circ$, les expressions suivantes :

$$H_{\odot} = Z_o r \sin u$$

$$H_i = Z_o r \cos u$$

$$H_e = R_o \sin v + U_o (\cos v + \cos E)$$

$$H_\omega = -R_o \cos v + U_o \left(1 + \frac{r}{p} \right) \sin v$$

$$H_{M_1} = -r \cdot R_o.$$

Soient les valeurs trouvées $H^0, H^1, H^2 \dots H^{11}$.

Si l'on pose :

$$(H) = \frac{1}{12} (H^0 + H^1 + \dots + H^{11})$$

on obtient :

¹ *On Gauss' Method of computing secular perturbations.* Astron. Papers, vol. I, part. V.

$$\sin i. (\delta\Omega)' = \frac{m_1}{1+m} \cdot a \mu \sec \varphi. (H\omega)$$

$$(\delta i)' = \frac{m_1}{1+m} \cdot a \mu \sec \varphi. (H_i)$$

$$(\delta e)' = \frac{m_1}{1+m} \cdot a^2 \mu \cos \varphi. (H_e)$$

$$e (\delta\omega_1)' = \frac{m_1}{1+m} a^2 \mu \cos \varphi. (H\omega)$$

$$(\delta M_1)' = \frac{m_1}{1+m} 2 a \mu (H_{M_1})$$

$$(\delta\omega)' = \delta\omega_1 - \cos i. \delta\Omega$$

$$(\delta\pi)' = \delta\omega_1 + 2 \sin^2 \frac{i}{2} \delta\Omega$$

$$(\delta L)' = \delta M_1 + 2 \sin^2 \frac{\varphi}{2} \cdot \delta\omega_1 + 2 \sin^2 \frac{i}{2} \cdot \delta\Omega$$

où L désigne la longitude moyenne et π la longitude du périhélie mesurée d'un équinoxe fixe.

TABLES DES SÉRIES HYPERGÉOMÉTRIQUES

$$F\left(\frac{1}{12}, \frac{5}{12}, 1, x\right) = F_{\omega}$$

$$F\left(\frac{7}{12}, -\frac{1}{12}, 1, x\right) = F_{\eta}$$

pour évaluer les périodes des intégrales elliptiques
de la première et de la deuxième espèce,
d'après les formules :

$$\omega = \frac{\pi}{\sqrt[4]{12}} \cdot g_2^{-\frac{1}{4}} \cdot F_{\omega}; \quad \log \frac{\pi}{\sqrt[4]{12}} = 0,227\,3545\,6$$

$$\eta = \frac{\pi}{\sqrt[4]{1728}} \cdot g_2^{\frac{1}{4}} \cdot F_{\eta}; \quad \log \frac{\pi}{\sqrt[4]{1728}} = 9,687\,7639\,4 - 10$$

g_2 et g_3 représentant les invariants et

$$g = \frac{g_2^3}{27 \cdot g_3^2}, \quad x = \frac{g-1}{g}$$

x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$	x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$
		+		—			+		—
0.000	1.000 0000		1.000 0000		0.040	1.001 4107		0.998 0267	
1	0347	347	0.999 9514	486	41	4465	358	0.997 9766	501
2	0695	348		487	42	4824	359		502
3	1043	348	9027	487	43	5183	359	9265	502
4	1391	348	8540	487	44	5542	359	8763	502
5	1739	348	8053	488	45	5902	360	8261	502
6	2088	349	7565	488	46	6262	360	7759	503
7	2437	349	7077	488	47	6622	360	7256	503
8	2786	350	6589	489	48	6982	361	6753	504
9	3136	350	6100	489	49	7343	361	6249	504
			5611	490				5745	504
0.010	3486	350	5121	490	0.050	7704	361	5241	505
11	3836	350	4631	490	51	8065	362	4736	505
12	4186	351	4141	490	52	8427	362	4231	505
13	4537	350	3651	491	53	8789	362	3726	506
14	4887	351	3160	491	54	9151	362	3220	506
15	5238	352	2669	492	55	9513	363	2714	507
16	5590	352	2177	492	56	9876	363	2207	507
17	5942	352	1685	493	57	1.002 0239	363	1700	507
18	6294	352	1192	493	58	0602	364	1193	507
19	6646	352	0699	493	59	0966	364	0685	508
									508
0.020	6998	353	0206	493	0.060	1330	364	0177	509
21	7351	353	0.998 9713	494	61	1694	364	0.996 9668	509
22	7704	353	9219	494	62	2058	365	9159	509
23	8057	354	8725	495	63	2423	365	8650	510
24	8411	354	8230	495	64	2788	366	8140	510
25	8765	354	7735	495	65	3154	365	7630	511
26	9119	354	7240	495	66	3519	366	7119	511
27	9474	355	6745	495	67	3885	366	6608	511
28	9828	354	6249	496	68	4252	367	6097	511
29	1.001 0183	355	5752	497	69	4618	366	5585	512
		356		497			367		512
0.030	0539	355	5255	497	0.070	4985	367	5073	512
31	0894	356	4758	497	71	5352	368	4561	513
32	1250	356	4261	498	72	5720	368	4048	513
33	1606	356	3763	498	73	6088	368	3535	513
34	1962	357	3265	499	74	6456	368	3021	514
35	2319	357	2766	499	75	6824	369	2507	514
36	2676	357	2267	499	76	7193	369	1992	515
37	3033	358	1768	500	77	7562	369	1477	515
38	3391	358	1268	500	78	7931	370	0962	515
39	3749	358	0768	501	79	7301	370	0446	516
									516
0.040	4107		0267		0.080	8671		0.995 9930	

x	F_{ω}	$Diff.$ +	F_{η}	$Diff.$ —	x	F_{ω}	$Diff.$ +	F_{η}	$Diff.$ —
0.080	1.002 8671	370	0.995 9930	517	0.120	1.004 3725	383	0.993 8945	533
81	9041	370	9413	517	21	4108	383	8412	534
82	9411	371	8896	517	22	4491	384	7878	534
83	9782	371	8379	518	23	4875	384	7344	535
84	1.003 0153	372	7861	518	24	5259	384	6809	535
85	0525	372	7343	519	25	5643	385	6274	536
86	0897	372	6824	519	26	6028	385	5738	536
87	1269	372	6305	519	27	6413	385	5202	536
88	1641	373	5786	520	28	6798	385	4666	537
89	2014	373	5266	520	29	7183	386	4129	537
0.090	2387	373	4746	520	0.130	7569	386	3592	538
91	2760	374	4226	521	31	7955	387	3054	538
92	3134	374	3705	522	32	8342	387	2516	539
93	3508	374	3183	522	33	8729	388	1977	539
94	3882	375	2661	522	34	9117	387	1438	540
95	4257	375	2139	523	35	9504	388	0898	540
96	4632	375	1616	523	36	9892	388	0358	540
97	5007	375	1093	523	37	1.005 0280	389	0.992 9818	541
98	5382	376	0570	524	38	0669	389	9277	541
99	5758	376	0046	525	39	1058	390	8736	542
0.100	6134	377	0.994 9521	525	0.140	1448	389	8194	542
01	6511	377	8996	525	41	1837	390	7652	543
02	6888	377	8471	525	42	2227	391	7109	543
03	7265	377	7946	526	43	2618	391	6566	544
04	7642	378	7420	527	44	3009	391	6022	544
05	8020	378	6893	527	45	3400	391	5478	544
06	8398	378	6366	527	46	3791	392	4934	545
07	8776	379	5839	528	47	4183	392	4389	546
08	9155	379	5311	528	48	4575	392	3843	546
09	9534	380	4783	529	49	4967	393	3297	546
0.110	9914	379	4254	529	0.150	5360	393	2751	547
11	1.004 0293	380	3725	529	51	5753	394	2204	547
12	0673	380	3196	530	52	6147	394	1657	548
13	1053	381	2666	530	53	6541	394	1109	548
14	1434	381	2136	531	54	6935	395	0561	549
15	1815	381	1605	531	55	7330	395	0012	549
16	2196	382	1074	532	56	7725	395	0.991 9463	549
17	2578	382	0542	532	57	8120	395	8914	550
18	2960	382	0010	532	58	8515	396	8364	551
19	3342	383	0.993 9478	533	59	8911	397	7813	551
0.120	3725		8945		0.160	9308		7262	

x	F_{ω}	$Diff.$	F_{τ_i}	$Diff.$	x	F_{ω}	$Diff.$	F_{τ_i}	$Diff.$
		+		—			+		—
0.160	1.005 9308	396	0.991 7262	551	0.200	1.007 5461	412	0.989 4828	571
61	9704	397	6711	552	01	5873	412	4257	572
62	1.006 0101	398	6159	552	02	6285	412	3685	572
63	0499	398	5607	553	03	6697	413	3113	573
64	0897	398	5054	553	04	7110	413	2540	573
65	1295	398	4501	554	05	7523	414	1967	573
66	1693	399	3947	554	06	7937	414	1394	574
67	2092	399	3393	555	07	8351	414	0820	575
68	2491	400	3838	555	08	8765	415	0245	575
69	2891	400	3283	556	09	9180	415	0.988 9670	576
0.170	3291	400	1727	556	0.210	9595	415	9094	576
71	3691	401	1171	557	11	1.008 0010	416	8518	577
72	4092	401	0614	557	12	0426	416	7941	577
73	4493	401	0057	558	13	0842	417	7364	578
74	4894	402	0.990 9499	558	14	1259	417	6786	578
75	5296	402	8941	559	15	1676	418	6208	579
76	5698	403	8382	559	16	2094	418	5629	579
77	6101	403	7823	560	17	2512	418	5050	580
78	6504	403	7263	560	18	2930	418	4470	580
79	6907	403	6703	560	19	3348	419	3890	581
0.180	7310	404	6143	561	0.220	3767	420	3309	582
81	7714	404	5582	562	21	4187	420	2727	582
82	8118	405	5020	562	22	4607	420	2145	582
83	8523	405	4458	562	23	5027	421	1563	583
84	8928	406	3896	563	24	5448	421	0980	584
85	9334	406	3333	564	25	5869	421	0396	584
86	9740	406	2769	564	26	6290	422	0.987 9812	585
87	1.007 0146	407	2205	564	27	6712	422	9227	585
88	0553	407	1641	565	28	7134	423	8642	586
89	0960	407	1076	566	29	7557	423	8056	586
0.190	1367	408	0510	566	0.230	7980	424	7470	587
91	1775	408	0.989 9944	566	31	8404	424	6883	587
92	2183	408	9378	567	32	8828	424	6296	588
93	2591	409	8811	568	33	9252	425	5708	588
94	3000	409	8243	568	34	9677	425	5120	589
95	3409	410	7675	568	35	1.009 0102	426	4531	590
96	3819	410	7107	569	36	0528	426	3941	590
97	4229	410	6538	570	37	0954	426	3351	591
98	4639	411	5968	570	38	1380	427	2760	591
99	5050	411	5398	570	39	1807	427	2169	592
0.200	5461		4828		0.240	2234		1577	

x	F_w	$Diff.$ +	F_η	$Diff.$ —	x	F_w	$Diff.$ +	F_η	$Diff.$ —
0.240	1.009 2234	428	0.987 1577	592	0.280	1.010 9682	445	0.984 7441	616
41	2662	428	0985	593	81	1.011 0127	446	6825	616
42	3090	429	0392	593	82	0573	446	6209	617
43	3519	429	0.986 9799	594	83	1019	447	5592	617
44	3948	429	9205	595	84	1466	447	4975	618
45	4377	430	8610	595	85	1913	448	4357	618
46	4807	430	8015	595	86	2361	448	3739	619
47	5237	431	7420	596	87	2809	449	3120	620
48	5668	431	6824	597	88	3258	449	2500	620
49	6099	432	6227	598	89	3707	450	1880	621
0.250	6531	432	5629	598	0.290	4157	450	1259	622
51	6963	432	5031	598	91	4607	450	0637	622
52	7395	433	4433	599	92	5057	451	0015	623
53	7828	433	3834	600	93	5508	452	0.983 9392	623
54	8261	434	3234	600	94	5960	452	8769	624
55	8695	434	2634	601	95	6412	452	8145	625
56	9129	435	2033	601	96	6864	453	7520	626
57	9564	435	1432	602	97	7317	453	6894	626
58	9999	435	0830	602	98	7770	454	6268	626
59	1.010 0434	436	0228	603	99	8224	454	5642	627
0.260	0870	436	0.985 9625	604	0.300	8678	455	5015	628
61	1306	437	9021	604	01	9133	456	4387	629
62	1743	437	8417	605	02	9589	456	3758	629
63	2180	438	7812	605	03	1.012 0045	456	3129	630
64	2618	438	7207	606	04	0501	457	2499	630
65	3056	439	6601	607	05	0958	457	1869	631
66	3495	439	5994	607	06	1415	458	1238	632
67	3934	440	5387	608	07	1873	458	0606	632
68	4374	440	4779	608	08	2331	458	0.982 9974	633
69	4814	440	4171	609	09	2789	459	9341	634
0.270	5254	441	3562	609	0.310	3248	460	8707	634
71	5695	441	2953	610	11	3708	460	8073	635
72	6136	442	2343	611	12	4168	461	7438	636
73	6578	442	1732	611	13	4629	461	6802	636
74	7020	442	1121	612	14	5090	462	6166	637
75	7462	443	0509	612	15	5552	462	5529	637
76	7905	444	0.984 9897	613	16	6014	463	4892	638
77	8349	444	9284	614	17	6477	463	4254	639
78	8793	444	8670	614	18	6940	464	3615	640
79	9237	445	8056	615	19	7404	464	2975	640
0.280	9682		7441		0.320	7868		2335	

x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$	x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$
0.320	1.012 7868	+	0.982 2335	—	0.360	1.014 6864	+	0.979 6167	—
21	8333	465	1694	641	61	7350	486	5498	669
22	8798	465	1053	641	62	7837	487	4829	670
23	9264	466	0411	642	63	8324	487	4159	671
24	9730	466	0.981 9768	643	64	8811	487	3488	672
25	1.013 0197	467	9124	644	65	9299	488	2816	673
26	0664	467	8480	644	66	9788	489	2143	673
27	1132	468	7835	645	67	1.015 0278	490	1470	674
28	1600	468	7190	645	68	0768	490	0796	675
29	2069	469	6544	646	69	1258	490	0121	675
		469	647	647			491		
0.330	2538	470	5897	648	0.370	1749	492	0.978 9446	676
31	3008	470	5249	648	71	2241	492	8770	677
32	3478	471	4601	649	72	2733	493	8093	678
33	3949	471	3952	649	73	3226	494	7315	678
34	4420	472	3303	651	74	3720	494	6737	679
35	4892	472	2652	651	75	4214	494	6058	680
36	5364	473	2001	652	76	4708	495	5378	681
37	5837	474	1349	652	77	5203	496	4697	681
38	6311	474	0697	653	78	5699	496	4016	683
39	6785	474	0044	653	79	6195	497	3333	683
		474							
0.340	7259	475	0.980 9391	655	0.380	6692	498	2650	684
41	7734	476	8736	655	81	7190	498	1966	684
42	8210	476	8081	656	82	7688	499	1282	686
43	8686	477	7425	656	83	8187	499	0596	686
44	9163	477	6769	658	84	8686	500	0.977 9910	687
45	9640	478	6111	658	85	9186	500	9223	687
46	1.014 0118	478	5453	659	86	9686	501	8536	687
47	0596	479	4794	659	87	1.016 0187	502	7847	689
48	1075	479	4135	660	88	0689	502	7158	689
49	1554	480	4475	660	89	1191	503	6468	690
		480						691	
0.350	2034	481	2815	662	0.390	1694	504	5777	692
51	2515	481	2153	662	91	2198	504	5085	692
52	2996	482	1491	663	92	2702	505	4393	693
53	3478	482	0828	664	93	3207	505	3700	694
54	3960	483	0164	664	94	3712	506	3006	695
55	4443	483	0.979 9500	665	95	4218	507	2311	695
56	4926	484	8835	666	96	4725	507	1616	697
57	5410	484	8169	667	97	5232	508	0919	697
58	5894	485	7502	667	98	5740	508	0222	698
59	6379	485	6835	668	99	6248	509	0.976 9524	699
		485						699	
0.360	6864		6167		0.400	6757		4825	

x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$	x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$
0.400	1.016 6757	+	0.976 8825	—	0.440	1.018 7646	+	0.974 0180	—
01	7267	510	8125	700	41	8182	536	0.973 9446	734
02	7777	510	7425	700	42	8719	537	8711	735
03	8288	511	6724	701	43	9256	537	7975	736
04	8799	512	6022	702	44	9794	538	7238	737
05	9311	512	5319	703	45	1.019 0333	539	6500	738
06	9824	513	4615	704	46	0873	540	5762	738
07	1.017 0337	513	3910	705	47	1413	540	5022	740
08	0851	514	3205	705	48	1954	541	4282	740
09	1366	515	2499	706	49	2496	542	3540	742
		515		707			542		742
0.410	1881	516	1792	708	0.450	3038	543	2798	744
11	2397	517	1084	709	51	3581	543	2054	744
12	2914	517	0375	710	52	4124	545	1310	745
13	3431	518	0.975 9665	710	53	4669	545	0565	746
14	3949	519	8955	711	54	5214	546	0.972 9819	747
15	4468	519	8244	712	55	5760	547	9072	748
16	4987	520	7532	713	56	6307	548	8324	748
17	5507	520	6819	714	57	6855	548	7575	750
18	6027	521	6105	715	58	7403	549	6825	751
19	6548	522	5390	716	59	7952	549	6074	752
0.420	7070	522	4674	716	0.460	8501	550	5322	753
21	7592	523	3958	717	61	9051	551	4569	754
22	8115	524	3241	718	62	9602	552	3815	755
23	8639	524	2523	719	63	1.020 0154	553	3060	755
24	9163	525	1804	720	64	0707	553	2305	757
25	9688	526	1084	721	65	1260	554	1548	758
26	1.018 0214	527	0363	722	66	1814	555	0790	759
27	0741	527	0.974 9641	722	67	2369	556	0031	759
28	1268	528	8919	724	68	2925	556	0.971 9272	761
29	1796	528	8195	724	69	3481	557	8511	762
0.430	2324	529	7471	725	0.470	4038	558	7749	763
31	2853	530	6746	726	71	4596	559	6986	763
32	3383	531	6020	727	72	5155	559	6223	765
33	3914	531	5293	727	73	5714	560	5458	765
34	4445	532	4566	729	74	6274	561	4693	767
35	4977	532	3837	730	75	6835	562	3926	768
36	5509	533	3107	731	76	7397	563	3158	769
37	6042	534	2376	731	77	7960	563	2389	769
38	6576	535	1645	732	78	8523	564	1620	771
39	7111	535	0913	733	79	9087	565	0849	771
0.440	7646		0180		0.480	9652		0078	

x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$	x	F_{η}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$
		+		—			+		—
0.480	1.020 9652	566	0.971 0078	773	0.520	1.023 2918	600	0.967 8332	817
81	1.021 0218	566	0.970 9305	774	21	3518	600	7515	817
82	0784	567	8531	775	22	4118	601	6698	819
83	1351	568	7756	776	23	4719	602	5879	820
84	1919	569	6980	777	24	5321	603	5059	822
85	2488	570	6203	777	25	5924	603	4237	822
86	3058	570	5426	779	26	6527	605	3415	824
87	3628	571	4647	780	27	7132	606	2591	824
88	4199	572	3867	782	28	7738	607	1767	826
89	4771	573	3085	782	29	8345	607	0941	827
0.490	5344	574	2303	783	0.530	8952	608	0114	829
91	5918	574	1520	784	31	9560	609	0.966 9285	829
92	6492	576	0736	786	32	1.024 0169	611	8456	831
93	7068	576	0.969 9950	786	33	0780	611	7625	832
94	7644	577	9164	788	34	1391	612	6793	834
95	8221	577	8376	788	35	2003	613	5959	834
96	8798	579	7588	790	36	2616	614	5125	836
97	9377	579	6798	790	37	3230	615	4289	837
98	9956	580	6008	792	38	3845	616	3452	839
99	1.022 0536	581	5216	793	39	4461	617	2613	839
0.500	1117	582	4423	794	0.540	5078	618	1774	841
01	1699	583	3629	795	41	5696	618	0933	841
02	2282	584	2834	796	42	6314	620	0092	844
03	2866	584	2038	797	43	6934	621	0.965 9248	844
04	3450	585	1241	799	44	7555	622	8404	846
05	4035	586	0442	799	45	8177	622	7558	847
06	4621	587	0.968 9643	801	46	8799	624	6711	848
07	5208	588	8842	801	47	9423	625	5863	849
08	5796	589	8041	803	48	1.025 0048	626	5014	852
09	6385	590	7238	804	49	0674	626	4162	852
0.510	6975	590	6434	805	0.550	1300	628	3310	854
11	7565	591	5629	806	51	1928	628	2456	854
12	8156	592	4823	808	52	2556	630	1602	856
13	8748	592	4015	808	53	3186	630	0746	857
14	9341	594	3207	810	54	3816	632	0.964 9889	859
15	9935	595	2397	810	55	4448	633	9030	860
16	1.023 0530	596	1587	812	56	5081	634	8170	862
17	1126	597	0775	813	57	5715	634	7308	862
18	1723	597	0.967 9962	815	58	6349	636	6446	864
19	2320	598	9147	815	59	6985	636	5582	865
0.520	2918		8332		0.560	7621		4717	

x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$	x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$
0.560	1.025 7621	+	0.964 4717	—	0.600	1.028 3980	+	0.960 8951	—
61	8259	638	3850	867	01	4662	682	8026	925
62	8898	639	2982	868	02	5346	684	7100	926
63	9538	640	2113	869	03	6031	685	6172	928
64	1.026 0179	641	1243	870	04	6717	686	5243	929
65	0821	642	0371	872	05	7404	687	4312	931
66	1464	643	0.963 9497	874	06	8093	689	3379	933
67	2108	644	8622	875	07	8782	689	2445	934
68	2753	645	7746	876	08	9473	691	1510	935
69	3399	646	6868	878	09	1.029 0165	692	0573	937
		647		878			694		939
0.570	4046	649	5990	880	0.610	0859	695	0.959 9634	941
71	4695	649	5110	882	11	1554	696	8693	942
72	5344	651	4228	883	12	2250	697	7751	944
73	5995	651	3345	885	13	2947	699	6807	946
74	6646	652	2460	886	14	3646	700	5861	947
75	7298	654	1574	887	15	4346	701	4914	949
76	7952	655	0687	889	16	5047	702	3965	950
77	8607	656	0.962 9798	890	17	5749	704	3015	952
78	9263	657	8908	892	18	6453	705	2063	954
79	9920	658	8016	893	19	7158	706	1109	955
0.580	1.027 0578	659	7123	894	0.620	7864	707	0154	958
81	1237	661	6229	896	21	8571	709	0.958 9196	959
82	1898	662	5333	898	22	9280	710	8237	961
83	2560	662	4435	899	23	9990	712	7276	962
84	3222	663	3536	900	24	1.030 0702	713	6314	964
85	3885	665	2636	902	25	1415	714	5350	966
86	4550	667	1734	903	26	2129	715	4384	967
87	5217	667	0831	905	27	2844	717	3417	969
88	5884	668	0.961 9926	906	28	3561	718	2448	971
89	6552	669	9020	908	29	4279	720	1477	973
0.590	7221	671	8112	909	0.630	4999	722	0504	974
91	7892	672	7203	910	31	5721	722	0.957 9530	976
92	8564	673	6293	913	32	6443	723	8554	978
93	9237	674	5380	914	33	7166	725	7576	980
94	9911	675	4466	915	34	7891	727	6596	982
95	1.028 0586	676	3551	917	35	8618	728	5614	984
96	1262	678	2634	918	36	9346	729	4630	985
97	1940	679	1716	920	37	1.031 0075	731	3645	987
98	2619	680	0796	922	38	0806	732	2658	989
99	3299	681	0.960 9874	923	39	1538	733	1669	991
0.600	3980		8951		0.640	2271		0678	

x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$	x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$
0.640	1.031 2271	+	0.957 0678	-	0.680	1.034 2855	+	0.952 9438	-
41	3006	735	0.956 9685	993	81	3653	798	8364	1074
42	3743	737	8691	994	82	4452	799	7288	1076
43	4481	738	7695	996	83	5253	801	6209	1079
44	5220	739	6697	998	84	6056	803	5129	1080
45	5961	741	5697	1000	85	6861	805	4046	1083
46	6703	742	4695	1002	86	7668	807	2960	1086
47	7446	743	3691	1004	87	8476	808	1872	1088
48	8191	745	2685	1006	88	9286	810	0782	1090
49	8938	747	1677	1008	89	1.035 0098	812	0.951 9690	1092
		748	1010				814	1094	
0.650	8686	750	0667	1012	0.690	0912	816	8596	1097
51	1.031 0436	751	0.955 9655	1013	91	1728	817	7499	1099
52	1187	752	8642	1016	92	2545	819	6400	1102
53	1939	754	7626	1017	93	3364	821	5298	1104
54	2693	756	6609	1019	94	4185	823	4194	1106
55	3449	757	5590	1022	95	5008	824	3088	1108
56	4206	759	4568	1023	96	5832	826	1980	1111
57	4965	760	3545	1025	97	6658	829	0869	1114
58	5725	762	2520	1028	98	7487	831	0.950 9755	1116
59	6487	763	1492	1029	99	8318	832	8639	1119
0.660	7250	765	0463	1031	0.700	9150	834	7520	1121
61	8015	766	0.954 9432	1034	01	9984	837	6399	1123
62	8781	768	8398	1035	02	1.036 0821	838	5276	1126
63	9549	770	7363	1038	03	1659	840	4150	1128
64	1.032 0319	771	6325	1040	04	2499	842	3022	1131
65	1090	773	5285	1041	05	3341	843	1891	1134
66	1863	774	4244	1043	06	4184	846	0757	1136
67	2637	776	3201	1046	07	5030	848	0.949 9621	1139
68	3413	778	2155	1048	08	5878	850	8482	1141
69	4191	779	1107	1050	09	6728	852	7341	1144
0.670	4970	781	0057	1053	0.710	7580	854	6197	1146
71	5751	783	0.953 9004	1054	11	8434	856	5051	1149
72	6534	784	7950	1057	12	9290	858	3902	1152
73	7318	786	6893	1058	13	1.037 0148	860	2750	1154
74	8104	788	5835	1061	14	1008	862	1596	1157
75	8892	789	4774	1063	15	1870	864	0439	1159
76	9681	791	3711	1065	16	2734	866	0.948 9280	1162
77	1.033 0472	793	2646	1067	17	3600	868	8118	1166
78	1265	794	1579	1070	18	4468	870	6952	1168
79	2059	796	0509	1071	19	5338	873	5784	1170
0.680	2855		0.952 9438		0.720	6211		4614	

x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$	x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$
		+		—			+		—
0.720	1.037 6211	875	0.948 4614	1173	0.760	1.041 3006	971	0.943 5357	1298
21	7086	877	3441	1176	61	3977	974	4059	1301
22	7963	879	2265	1179	62	4951	977	2758	1305
23	8842	881	1086	1181	63	5928	980	1453	1308
24	9723	883	0.947 9905	1185	64	6908	983	0145	1312
25	1.038 0606	886	8720	1187	65	7891	985	0.942 8833	1316
26	1492	888	7533	1190	66	8876	988	7517	1320
27	2380	890	6343	1193	67	9864	991	6197	1323
28	3270	892	5150	1196	68	1.042 0855	994	4874	1327
29	4162	894	3954	1198	69	1849	997	3547	1330
0.730	5056	897	2756	1201	0.770	2846	999	2217	1334
31	5953	899	1555	1205	71	3845	1003	0883	1338
32	6852	901	0350	1208	72	4848	1006	0.941 9545	1342
33	7753	904	0.946 9142	1210	73	5854	1008	8203	1345
34	8657	906	7932	1213	74	6862	1011	6858	1349
35	9563	908	6719	1217	75	7873	1015	5509	1354
36	1.039 0471	910	5502	1220	76	8888	1018	4155	1358
37	1381	913	4282	1222	77	9906	1021	2797	1361
38	2294	915	3060	1225	78	1.043 0927	1023	1436	1365
39	3209	918	1835	1229	79	1950	1027	0071	1369
0.740	4127	920	0606	1232	0.780	2977	1030	0.947 8702	1373
41	5047	923	0.945 9374	1235	81	4007	1033	7329	1377
42	5970	925	8139	1238	82	5040	1037	5952	1381
43	6895	927	6901	1241	83	6077	1040	4571	1386
44	7822	930	5660	1244	84	7117	1042	3185	1390
45	8752	932	4416	1248	85	8159	1046	1795	1394
46	9684	935	3168	1251	86	9205	1049	0401	1398
47	1.040 0619	937	1917	1254	87	1.044 0254	1053	0.939 9003	1402
48	1556	940	0663	1257	88	1307	1056	7601	1406
49	2496	943	0.944 9406	1260	89	2363	1059	6195	1411
0.750	3439	945	8146	1263	0.790	3422	1063	4784	1415
51	4384	947	6883	1267	91	4485	1066	3369	1420
52	5331	950	5616	1271	92	5551	1069	1949	1424
53	6281	953	4345	1274	93	6620	1073	0525	1428
54	7234	955	3071	1277	94	7693	1077	0.938 9097	1433
55	8189	958	1794	1280	95	8770	1080	7664	1437
56	9147	961	0514	1284	96	9850	1083	6227	1442
57	1.041 0108	963	0.943 9230	1288	97	1.045 0933	1087	4785	1447
58	1071	966	7942	1291	98	2020	1091	3338	1451
59	2037	969	6651	1294	99	3111	1094	1887	1455
0.760	3006		5357		0.800	4205		0432	

x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$	x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$
		+		—			+		—
0.800	1.045 4205	1098	0.938 0432	1460	0.840	1.050 1305	1272	0.931 7929	1683
01	5303	1101	0.937 8972	1465	41	2577	1277	6246	1680
02	6404	1105	7507	1470	42	3854	1282	4556	1697
03	7509	1109	6037	1475	43	5136	1287	2859	1704
04	8618	1113	4562	1480	44	6423	1293	1155	1711
05	9731	1116	3082	1484	45	7716	1299	0.930 9444	1717
06	1.046 0847	1120	1598	1488	46	9015	1304	7727	1724
07	1967	1124	0110	1494	47	1.051 0319	1309	6003	1731
08	3091	1128	0.936 8616	1499	48	1628	1315	4272	1739
09	4219	1132	7117	1504	49	2943	1320	2533	1746
0.810	5351	1136	5613	1509	0.850	4263	1326	0787	1753
11	6487	1140	4104	1514	51	5589	1333	0.929 9034	1761
12	7627	1144	2590	1519	52	6922	1338	7273	1768
13	8771	1147	1071	1524	53	8260	1344	5505	1776
14	9918	1152	0.935 9547	1530	54	9604	1350	3729	1783
15	1.047 1070	1156	8017	1535	55	1.052 0954	1356	1946	1791
16	2226	1160	6482	1540	56	2310	1362	0155	1799
17	3386	1165	4942	1546	57	3672	1368	0.928 8356	1807
18	4551	1168	3396	1551	58	5040	1375	6549	1815
19	5719	1173	1845	1557	59	6415	1381	4734	1823
0.820	6892	1177	0288	1562	0.860	7796	1387	2911	1831
21	8069	1182	0.934 8726	1567	61	9183	1394	1080	1839
22	9251	1186	7159	1574	62	1.053 0577	1400	0.927 9241	1848
23	1.048 0437	1190	5585	1579	63	1977	1407	7393	1856
24	1627	1195	4006	1585	64	3384	1414	5537	1864
25	2822	1199	2421	1591	65	4798	1420	3673	1873
26	4021	1204	0830	1596	66	6218	1427	1800	1882
27	5225	1208	0.933 9234	1602	67	7645	1435	0.926 9918	1891
28	6433	1213	7632	1608	68	9080	1441	8027	1899
29	7646	1218	6024	1614	69	1.054 0521	1447	6128	1909
0.830	8864	1222	4410	1621	0.870	1968	1455	4219	1918
31	1.049 0086	1227	2789	1626	71	3423	1462	2301	1927
32	1313	1232	1163	1632	72	4885	1469	0374	1937
33	2545	1236	0.932 9531	1638	73	6354	1477	0.925 8437	1946
34	3781	1242	7893	1645	74	7831	1484	6491	1956
35	5022	1247	6248	1651	75	9315	1492	4535	1965
36	6269	1252	4597	1657	76	1.055 0807	1499	2570	1975
37	7521	1256	2940	1664	77	2306	1507	0595	1985
38	8777	1261	1276	1670	75	3813	1515	0.924 8610	1995
39	1.050 0038	1267	0.931 9606	1677	79	5328	1523	6615	2005
0.840	1305		7929		0.880	6851		4610	

x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$	x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$
		+		—			+		—
0.880	1.055 6851	1532	0.924 4610	2016	0.920	1.062 5859	1976	0.915 4095	2584
81	8383	1540	2594	2026	21	7835	1992	1511	2602
82	9923	1548	0568	2037	22	9827	2009	0.914 8909	2623
83	1.056 1471	1556	0.923 8531	2047	23	1.063 1836	2025	6286	2644
84	3027	1565	6484	2059	24	3861	2041	3642	2666
85	4592	1574	4425	2069	25	5902	2057	0976	2687
86	6166	1583	2356	2080	26	7959	2075	0.913 8289	2709
87	7749	1591	0276	2092	27	1.064 0034	2092	5580	2730
88	9340	1601	0.922 8184	2104	28	2126	2110	2850	2752
89	1.057 0941	1609	6080	2115	29	4236	2128	0098	2774
0.890	2550	1619	3965	2127	0.930	6364	2147	0.912 7324	2799
91	4169	1628	1838	2139	31	8511	2166	4525	2824
92	5797	1638	0.921 9699	2151	32	1.065 0677	2185	1701	2849
93	7435	1647	7548	2164	33	2862	2206	0.911 8852	2875
94	9082	1657	5384	2176	34	5068	2225	5977	2900
95	1.058 0739	1668	3208	2189	35	7293	2247	3077	2926
96	2407	1677	1019	2202	36	9540	2268	0151	2954
97	4084	1688	0.920 8817	2215	37	1.066 1808	2289	0.910 7197	2981
98	5772	1698	6602	2228	38	4097	2313	4216	3011
99	7470	1708	4374	2241	39	6410	2335	1205	3040
0.900	9178	1720	2133	2255	0.940	8745	2359	0.909 8165	3070
01	1.059 0898	1730	0.919 9878	2270	41	1.067 1104	2383	5095	3101
02	2628	1741	7608	2284	42	3487	2408	1994	3132
03	4369	1753	5324	2298	43	5895	2434	0.908 8862	3165
04	6122	1764	3026	2313	44	8329	2460	5697	3199
05	7886	1776	0713	2327	45	1.068 0789	2487	2498	3232
06	9662	1788	0.918 8386	2342	46	3276	2514	0.907 9266	3268
07	1.060 1450	1799	6044	2358	47	5790	2544	5998	3304
08	3249	1812	3686	2374	48	8334	2572	2694	3341
09	5061	1824	1312	2389	49	1.069 0906	2603	0.906 9353	3380
0.910	6885	1837	0.917 8923	2405	0.950	3509	2634	5973	3420
11	8722	1849	6518	2422	51	6143	2667	2553	3461
12	1.061 0571	1863	4096	2439	52	8810	2699	0.905 9092	3504
13	2434	1876	1657	2455	53	1.070 1509	2734	5588	3547
14	4310	1889	0.916 9202	2472	54	4243	2770	2041	3592
15	6199	1903	6730	2491	55	7013	2807	0.904 8449	3638
16	8102	1917	4239	2509	56	9820	2844	4811	3686
17	1.062 0019	1932	1730	2526	57	1.071 2664	2884	1125	3736
18	1951	1946	0.915 9204	2545	58	5548	2924	0.903 7389	3788
19	3897	1962	6659	2564	59	8472	2967	3601	3842
0.920	5859		4095		0.960	1.072 1439		0.902 9759	

x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$	x	F_{ω}	$Diff.$	F_{η}	$Diff.$
		+		—			+		—
0.960	1.072 1439	3010	0.902 9759	3898	0.980	1.079 3332	4520	0.893 6990	5812
61	4449	3056	5861	3955	81	7852	4657	1178	5984
62	7505	3104	1906	4016	82	1.080 2509	4806	0.892 5194	6171
63	1.073 0609	3154	0.901 7890	4080	83	7315	4967	0.891 9023	6375
64	3763	3205	3810	4144	84	1.081 2282	5143	2648	6601
65	6968	3260	0.900 9666	4213	85	7425	5338	0.890 6047	6847
66	1.074 0228	3315	5453	4285	86	1.082 2763	5553	0.889 9200	7120
67	3543	3374	1168	4359	87	8316	5796	2080	7426
68	6917	3436	0.899 6809	4436	88	1.083 4112	6070	0.888 4654	7773
69	1.075 0353	3500	2373	4520	89	1.084 0182	6380	0.887 6881	8167
0.970	3853	3569	0.898 7853	4605	0.990	1.084 6562	6741	0.886 8714	8622
71	7422	3641	3248	4697	91	1.085 3303	7164	0092	9158
72	1.076 1063	3716	0.897 8551	4792	92	1.086 0467	7668	0.885 0934	9796
73	4779	3796	3759	4894	93	1.086 8135	8288	0.884 1138	10579
74	8575	3881	0.896 8865	5002	94	1.087 6423	9069	0.883 0559	11568
75	1.077 2456	3971	3863	5116	95	1.088 5492	10103	0.881 8991	12873
76	6427	4066	0.895 8747	5236	96	1.089 5595	11559	0.880 6118	14712
77	1.078 0493	4168	3511	5365	97	1.090 7154	13836	0.879 1406	17595
78	4661	4277	0.894 8146	5504	98	1.092 0990	18244	0.877 3811	23165
79	8938	4394	2642	5652	99	1.093 9234	45073	0.875 0646	57065
0.980	1.079 3332		0.893 6990		1.000	1.098 4307		0.869 3581	

LA VARIOLE ET LES VACCINATIONS

à Budapest

PAR LE D^r EDOUARD CORNAZ

On sait qu'actuellement la pratique de la vaccination est attaquée de plusieurs côtés en Suisse, à Berne en particulier. Un des derniers cas de variole signalé à Neuchâtel concernait un jeune patricien de la dite ville, qui y avait contracté la petite-vérole en prenant part à une école de recrues. La revaccination obligatoire des recrues a été, en effet, supprimée après que le peuple suisse eut rejeté la loi fédérale relative aux maladies contagieuses, tandis qu'on laisse subsister dans l'armée suisse la peine de mort, supprimée dans la législation de presque tous les cantons.

On oublie, en effet, ce qu'était la variole avant la généralisation de la vaccine comme opération préventive de cette terrible maladie; et c'est pour rappeler ce fait et démontrer l'heureuse influence de la vaccination obligatoire que je viens mettre sous vos yeux ce qui s'est passé dans la grande capitale de la Hongrie, à Budapest, que le rapide développement de ses mesures sanitaires rendait bien propre à servir de siège au 8^{me} congrès international d'hygiène et de démographie. Nous empruntons toutes les données y relatives à l'ouvrage publié à l'occasion du dit congrès

par le Dr Gustave Thirring (*Budapest, hygiène publique et culture*, Budapest 1894), au texte hongrois duquel l'auteur a heureusement joint une traduction française.

La loi XXII de 1887 a rendu obligatoire la vaccination de chaque enfant, dans le courant de sa première année; lors de l'admission à l'école primaire, tout enfant doit produire un certificat de vaccination; en outre, tout enfant qui fréquente l'école doit être revacciné « jusqu'à l'âge de douze ans » (*sic*); on ne donne de livrets de domestique qu'à des individus vaccinés, et la même condition est nécessaire pour être admis dans un établissement de bienfaisance (o. c., p. 52). Disons encore que, pour atteindre ce but, la ville a créé un établissement vaccinogène. Je n'entrerai pas dans plus de détails relativement à l'organisation des vaccinations et revaccinations de Budapest (p. 52-53), non plus que sur l'établissement de désinfection des logements (p. 50-51), ni que sur l'hôpital Saint-Ladislav pour maladies infectieuses (p. 74), ayant hâte d'en venir aux résultats de ces mesures.

« La disparition complète de la variole » — lisons-nous à la page 42 — « est un fait particulièrement satisfaisant; elle était jadis permanente; en 1874 et en 1886 elle a fait des ravages épouvantables, et maintenant elle s'est complètement éteinte. La variole a emporté :

	Personnes		Personnes
En 1874	945	En 1887	376
» 1881	442	» 1888	14
» 1882	393	» 1889	—
» 1883	77	» 1890	—
» 1884	67	» 1891	2
» 1885	179	» 1892	4
» 1886	1558	» 1893	6 »

En groupant ces années, déduction faite de 1874, parce que nous n'avons pas les chiffres des six années suivantes, nous trouvons que, tandis que pendant les sept années consécutives 1881-1887, il y eut à Budapest 3092 décès par variole, soit une moyenne de $441 \frac{5}{7}$ par an, dès l'année qui suivit la promulgation de la loi qui rendait obligatoire la vaccination, ce chiffre tomba à 14, et que pendant les cinq années de 1889-1893 il n'y eut que 12 décès provoqués par la petite-vérole, soit une moyenne de $2 \frac{2}{5}$ par an.

Ces chiffres sont éloquentes et méritent d'attirer l'attention sur l'utilité de l'*application* des mesures prophylactiques relatives à cette grave maladie. Il m'est impossible, en appuyant sur le mot d'*application*, de ne pas jeter un regard peiné sur ce qui se passe dans notre Canton. En effet, d'après la loi, il y a une amende de cinq francs pour les parents dont un enfant atteint l'âge de cinq ans sans avoir été vacciné. Je ne crois pas me tromper en disant que jamais cette amende n'a été prononcée. Une fois, sur mon initiative, tous les parents d'enfants ayant atteint cet âge ou devant l'atteindre dans l'année furent avisés individuellement par l'autorité municipale de Neuchâtel qu'ils eussent à présenter dans l'année le certificat de vaccination : le résultat en fut très heureux ; mais on ne répéta pas la chose. Chaque année on établit le grand nombre d'enfants vaccinés qui ont dépassé les cinq ans : c'est un renseignement statistique inexact et rien de plus. Et pourtant si la loi pêche, c'est en donnant un laps de temps trop considérable pour la première vaccination : deux ans suffiraient, sans en venir à l'âge d'un an de la loi hongroise.

Nous n'avons pas la revaccination obligatoire des enfants de douze ans (du moins est-ce ainsi que, faute de savoir la langue originale, j'interprète le texte du Dr Thirring). Et quant aux certificats de vaccination à exiger pour les livrets de domestiques, il n'en est pas question chez nous.

J'ignore ce qui se passe à Budapest au point de vue des revaccinations quand un cas de variole s'est développé dans une maison. Dans notre Canton, nous avons un ensemble de mesures assez satisfaisant — j'ôterais même le mot *assez* s'il y avait partout des appareils de désinfection convenables; — mais, l'application ne s'en est pas toujours faite d'une manière stricte, ni à beaucoup près; il suffira de rappeler l'épidémie de la Chaux-de-Fonds qui, de 1880 à 1881, atteignit plus de 250 personnes, dont un grand nombre moururent, épidémie pendant laquelle la Commission de santé dut constater que, sur toute la ligne, il y avait eu des cas de non-application des mesures réglementaires, avec les résultats fâcheux que l'on sait. Hélas ! Cassandre, qu'on croit morte depuis les temps héroïques, vit encore; elle annonce ce qui doit arriver quand on néglige les moyens de préserver le pays d'une maladie si grave; mais, pour une cause ou pour une autre, on la taxe d'exagération, on proclame que ces mesures sont draconiennes, absurdes, attentatoires à la liberté, sauf à laisser à chacun celle de contaminer autour de soi et de provoquer des décès de petite-vérole.





Les sapins sans branches de Chaumont.

LES SAPINS SANS BRANCHES DE CHAUMONT

(Avec une planche)

Abies pectinata D. C., var. *virgata* Casp.; form. *irramosa*.

(= Sapin blanc, var. vergée; form. sans branches.)

PAR MAURICE MOREILLON

Adjoint de l'inspecteur des forêts

A la demande de M. le Dr Fankhauser, rédacteur du *Journal suisse d'économie forestière*, le soussigné a recueilli quelques renseignements sur les sapins sans branches des forêts de Chaumont, et a l'honneur de vous les présenter dans le travail suivant.

En parcourant les forêts du canton de Neuchâtel, on a quelquefois l'occasion de rencontrer les variétés vergées de l'épicéa et du sapin blanc, ainsi qu'une forme assez curieuse et rare de cette dernière variété, que l'on ne trouve que dans le Jura neuchâtelois, à une seule exception près (en France). Ce sont les sapins sans branches de Chaumont.

Notre regretté président, M. Louis de Coulon, signala le premier, en 1878, à notre Société, la présence de ces curieux sapins dans les forêts de Chaumont. Il nous apprit alors qu'un certain nombre

étaient déjà connus au « Verger au Renard », d'où, il y a peu d'années, plusieurs ont été transplantés au Pré Luiset et les autres au Val-de-Ruz. Ceux de cette dernière station ont tous péri.

En 1879, à l'occasion de la réunion de la Société suisse des forestiers à Neuchâtel, M. Henry de Coulon, inspecteur des forêts, désirant faire connaître ces sapins sans branches, fit coller sur la carte de fête ¹ la photographie du plus bel exemplaire du Pré Luiset.

Enfin en 1887, M. Paul de Coulon, inspecteur des forêts, fit planter dans le parc de l'Exposition d'agriculture les trois exemplaires qui sont actuellement dans la pépinière de Champ-Monsieur. (Nos 2, 3 et 4.)

A notre connaissance, cette forme de sapin n'a été mentionnée dans aucun ouvrage de botanique forestière ².

Toutefois, dans le tome XV (1868) du Bulletin de la Société botanique de France, M. A. Tocquaine décrit un sapin semblable trouvé en France. Une forme analogue de l'épicéa est connue et décrite en 1871 par M. Nördlinger dans *Forst- und Jagd-Zeitung*.

Nos curieux sapins sans branches doivent provenir d'une variété du sapin blanc décrite par M. Caspary.

D'après cet auteur, cette variété serait caractérisée par une tige élancée, ayant des branches pas ou peu ramifiées. Nous pensons qu'il serait préférable de préciser davantage et de dire :

¹ Carte de fête de la réunion de la Société suisse des forestiers. Neuchâtel, août 1879.

² *Nördlinger* : Deutsche Forstbotanik, 1876.
Willkomm : Forstliche Flora, 2^{me} édition, 1887.
Beissner : Handbuch der Nadelholzkunde, 1891.
Carrière : Conifères, 1867.

« La variété vergée (*virgata*) possède une tige avec UNE ou plusieurs branches, solitaires ou verticillées, longuement étalées, pas ou peu ramifiées. »

Par suite, le diagnostic de la forme sans branches (qui est nouvelle et que nous proposons d'appeler *irramosa*), sera : *tige élancée sans branche, où tous les bourgeons avortent à l'exception du terminal ou très rarement d'un second (terminal)*.

Le passage de la variété à la forme peut être prouvé pratiquement par toute une série d'exemplaires chez lesquels les caractères distinctifs de la variété disparaissent peu à peu.

Chez la forme comme chez la variété, l'élongation de la tige ou des branches ne se fait que par l'accroissement du bourgeon terminal; les aiguilles sont épaisses, serrées les unes contre les autres sur les pousses des dernières années (10 à 20 ans) et les bourgeons avortés forment un bourrelet qui disparaît avec l'âge.

Parmi les sapins que nous avons pu retrouver, la plupart sont sans branches (forma *irramosa*, n^{os} 1 à 7); quelques-uns ont possédé ou possèdent encore une branche formée dans les premières années (var. *virgata*, n^{os} 8 à 12). Sur un individu, (n^o 4) deux tiges ont poussé simultanément, tandis que sur un autre un bourgeon proventif se développa très probablement après l'ablation de la branche (n^o 8).

Dans le tableau ci-contre, donnant la description spéciale de douze sapins, les chiffres entre parenthèses ne sont qu'approximatifs.

Forme ou variété ? Telle est une des questions que nous avons à résoudre.

D'après ce que nous allons voir, ces sapins sans branches sont incapables de se reproduire, vu qu'ils ont complètement perdu la faculté de former des bourgeons axillaires, ce qui nous amène à les considérer comme une forme.

En effet, nous savons que la variété vergée est pourvue de branches pas ou peu ramifiées, seules capables de produire des graines, ce qui n'est pas le cas pour la forme. ¹

En outre, les plus vieux sapins que nous connaissons actuellement (nos 1 et 2) ayant des hauteurs de 154 et 137 centimètres, sont restés pendant 30 et 36 ans en ne formant chaque année qu'un seul bourgeon terminal. Il n'est donc pas à supposer qu'à l'avenir ils soient capables de former des bourgeons axillaires, vu l'âge de la plante et le ralentissement marqué dans la végétation. Par conséquent, ils resteraient toujours sans branches.

Le même fait s'est produit pour les sapins n'ayant eu qu'une seule branche. Ainsi les nos 9, 10 et 11 sont restés jusqu'à leur mort, soit pendant plus de 20 ans, sans en reformer une seconde.

Ces sapins n'étant pourvus que d'un nombre relativement petit d'aiguilles, ne peuvent que végéter et finissent par sécher avant d'être arrivés à un âge avancé.

Bien que la cause du développement de la forme *irramosa* ne soit pas encore connue, nous voulons hasarder une hypothèse à ce sujet.

¹ M. le Dr Fankhauser, adjoint de l'inspecteur fédéral des forêts, à Berne, a vu en Bohême un épicéa *virgata* portant des cônes. Un cas semblable est mentionné par M. Caspary.

ÉTAT EN AT

N ^{os}	STATION				Age actuel ou à la mort
	Nom	Série Division Subdivision	Al- titude Mètres	Nature du boisé	

I. Forma					
1	Blanches-Roches	I. 4.	950	Perchis. Recru naturel de sapin blanc	36
2	Pépinière de Champ-Monsieur	—	640	Pépinière	36
3	»	—	640	»	36
4	»	—	640	»	27
5	Pré Luiset	I. 3. b	1000	Perchis. Recru naturel de sapin blanc	31.
6	»	»	1000	»	36
7	Verger au Renard	V. 4. a	700	»	(30)

II. Variété virga					
8	Chemin de Paille	I. 3. a	980	Bord chemin, vieille futaie	38.
9	Verger au Renard	VII. 3. a	700	Perchis sapin blanc. Recru naturel	(30)
10	»	»	700	»	(30)
11	Pré Luiset	I. 3. b	1000	»	(30)
12	Buttes (Val-de-Travers)	—	980	Futaie jardinée	15

TOMNE 1895

Hauteur totale cm.	Accroissement annuel			Diamètre à la base cm.	Aiguilles vertes dès :	Etat actuel	Observations
	Moyen cm.	Maximum cm.	Minimum cm.				

irramosa.

154	5,1	15,5	Quelques millimètres	1,8	1878	vert	
137	3,8	6,8		1,4	1886	»	Pris au Verger au Renard et transplanté en 1887.
99	2,8	10,5		1,0	1887	»	» » et cassé en IX 1895.
50	1,9	3,0		1,0	—	sec	» » et séché en 1893.
45	1,7	2,5		1,0	—	»	
87	2,8	8,0		1,0	—	»	
(170)	4,8	12,0		(1,3)	—	»	Cassé.
(55)	1,8	4,2		(0,7)	—	»	»

ata à une branche.

134	3,5	8,0	Quelques millim.	1,4	1877	vert	2 tiges. 1 branche coupée.
91	2,4	6,5		1,4	1875	»	
91	(3,0)	16,0		1,0	—	sec	1 branche ramifiée.
(115)	(3,8)	19,5		1,2	—	»	1 branche coupée. Cassé.
(250)	(8,3)	—		2,2	—	»	Photographié en 1879. Séché en 1880.
50	(3,3)	6,3		0,5	—	»	1 branche coupée. Disparu.
						»	1 branche en 1894. Séché en 1895.
							Découvert pr M. Biolley, insp. des forêts.

Nous ne pensons pas qu'un sapin normal ait donné des cônes dont les graines pussent produire directement des sapins sans branches. Il est plus rationnel de croire à la dégénérescence d'une variété peu vigoureuse, telle que l'est généralement celle du sapin vergé.

Examinons maintenant comment cette dégénérescence a pu se produire.

Tombée dans une clairière, en mélange avec celle du sapin blanc normal, la graine du sapin vergé formera un jeune plant qui, déjà prédisposé à avoir une très faible ramification, et par suite une croissance très lente, perdra bientôt complètement ou presque complètement la faculté de pousser des branches semblables à celles des parents, par le fait de l'ombre ou d'autres causes que nous ignorons. Il ne produira ainsi qu'un sapin sans branches ou n'en ayant tout au plus qu'un très petit nombre.

Pourquoi n'en aurait-il pas été de même à Chaumont? Bien qu'actuellement nous n'y connaissions pas de sapin vergé, il est plus que probable que, dans le courant du siècle, il en ait existé au moins un exemplaire ayant produit des graines.

Notre hypothèse se confirme par le fait que tous ces intéressants sapins ont poussé dans une station assez bien circonscrite et à une époque déterminée. Et depuis l'absence de sapins vergés dans les forêts de Chaumont, il ne s'y forme plus de sapins sans branches.



SPHÉROMÈTRE A CONTACT

de grande précision

PAR ROBERT WEBER, PROFESSEUR

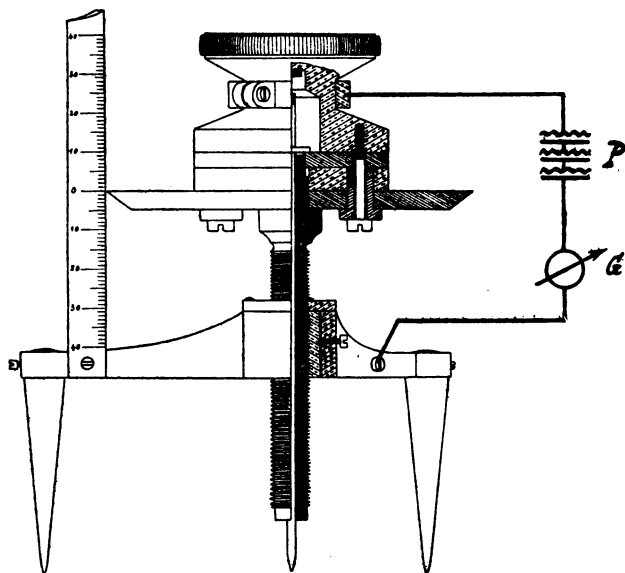
Le sphéromètre est destiné à la mesure de faibles épaisseurs ou à celle de la hauteur de calottes sphériques ou cylindriques dans le but d'obtenir le rayon de courbure. La vis a dans la règle un pas de $0,5\text{mm}$, et le disque de tête de la vis est divisé en 500 parties égales, de sorte qu'une rotation de la vis d'une division du disque correspond à un déplacement suivant son axe de $0,001\text{mm}$.

L'exactitude d'une mesure d'épaisseur dépend de la perfection du mécanisme ainsi que de l'habileté de l'expérimentateur. Celui-ci doit réaliser un contact égal entre les quatre pointes (trépieds et pointe de la vis) et le corps à mesurer. Or, cette dernière opération sera toujours affectée d'une incertitude de 4 à 5 divisions, soit de $0,004$ à $0,005\text{mm}$.

La nouvelle disposition ci-après réduit facilement cette incertitude à moins de $0,001\text{mm}$.

Pour obtenir ce résultat, le sphéromètre avec ses accessoires, plaque de base et plaque plane-parallèle, est construit de manière que le contact de la vis, ou d'un organe dépendant de la vis, avec le corps placé

sous sa pointe, détermine un contact électrique qui ferme un circuit contenant, outre le sphéromètre, une pile et un galvanomètre, ou une sonnette électrique, ou tout autre indicateur de courant.



Ainsi l'appareil représenté en coupe par la figure ci-dessus est le sphéromètre ordinaire, modifié comme suit : l'axe de la vis est perforé ; le bouton au-dessus du disque divisé, creux et isolé électriquement du disque. A l'intérieur et dans le haut, ce bouton porte une petite plaque de platine, tandis que l'extérieur est embrassé par un collier pouvant tourner à frottement doux, et portant un serre-fils. Dans le canal de la vis se trouve une tige rigide en métal, de diamètre plus faible que celui du canal ; la tige dépasse la vis

dans le bas; dans le haut elle est renflée à quelques millimètres de son extrémité supérieure, et cette extrémité est en platine. Le support du sphéromètre porte un autre serre-fils. Le circuit électrique étant fermé entre ces deux serre-fils, la sonnette indiquera la position du disque pour laquelle il y a contact à l'intérieur du bouton.

Pour cette forme du sphéromètre, la nature de la plaque de base n'est d'aucune importance : elle sera ou en métal ou en verre et l'instrument peut servir à la mesure des épaisseurs et des rayons de courbure.

Si toutefois la plaque de base est en métal, le second serre-fils peut se placer sur cette plaque de base.

S'il ne s'agit que de mesures d'épaisseur, un sphéromètre ordinaire pourra servir, à condition : 1^o qu'on le munisse d'un serre-fils; 2^o qu'on place entre le corps à mesurer et la pointe de la vis une plaque plane-parallèle métallique.

Une disposition analogue est applicable à d'autres appareils mesurant des longueurs, ou demandant une mise au point très précise.



LES ANTHÈRES DES GENTIANES

PAR EDOUARD CORNAZ, D^r-MÉD.

Dans la grande majorité des plantes, les étamines sont complètement indépendantes les unes des autres; mais tel n'est pas toujours le cas, et Linné avait établi trois classes de son système artificiel (système sexuel) pour les fleurs qui ont les filets soudés (*Monadelphie*, *Diadelphie* et *Polyadelphie*) et une pour celles dont les anthères sont soudées entr'elles (*Syngénésie*). Cette classification laisse de côté le cas fort rare où les étamines sont soudées en tube presque dès la base, comme on l'observe très spécialement chez les *Lobéliacées* (genres *Lobelia* et *Laurentia*), disposition qui mériterait le nom de *Symphandrie* (donné malheureusement par Alphonse de Candolle à un genre de *Campanulacées* qui présente l'adhérence des anthères seulement) mais qu'on pourrait désigner sous celui de *Synandrie*, qui ne prêterait pas à l'équivoque. Puis, parmi les plantes à anthères soudées, il en est où cette réunion n'a lieu qu'à la base (par exemple dans le genre *Jasione*) ou qu'au sommet (*Impatiens*); d'autres où les étamines appliquées contre l'ovaire ne sont en réalité pas soudées (*Viola*): aussi ces genres, appartenant au 6^{me} ordre de la 19^{me} classe de Linné, sous le nom de *Syngénésie monogamie*, ont-ils été ôtés

de cet ordre par la généralité des botanistes ultérieurs, qui n'ont laissé dans cet ordre que les plantes du vaste groupe naturel des *Composées* ou *Synanthérées*.

Il reste néanmoins, en dehors de celles-ci, quelques autres genres ou espèces, chez lesquels les anthères sont réellement soudées sur toute leur longueur. Tel le genre *Symphandra*, dont les étamines sont décrites dans le *Prodromus*, par Alphonse de Candolle, de la manière suivante : « Cinq étamines à filets libres membraneux, ciliés, à anthères soudées en un long tube ayant cinq dents au sommet ». Telles aussi bon nombre de *Gentianes*, qui m'ont amené à revoir quelles sont les espèces de ce genre qui présentent ce caractère.

En consultant les ouvrages que j'avais sous la main, je vis bientôt que ce sujet n'avait été étudié qu'imparfaitement, plusieurs auteurs n'en parlant point, même dans la caractéristique du genre : deux d'entre eux seulement ont bien mentionné l'état libre ou soudé des anthères dans toutes les espèces qu'ils avaient à décrire, mais dans des régions où ce genre est relativement peu représenté, à savoir Cosson et Germain pour la flore des environs de Paris (3 espèces), et Ch.-H. Godet pour celle du Jura (11).

En 1805 déjà, dans le 3^{me} volume de sa *Flore française*, de Candolle indiquait dans la caractéristique du genre que les anthères sont libres ou soudées en tube ; mais, de fait, il ne mentionne quelque chose à ce sujet que pour le *Gentiana Pneumonanthe* (L.) — « étamines réunies en un faisceau autour de l'ovaire », — laissant complètement de côté la question des étamines dans les dix-huit autres espèces qu'il décrit.

Gaudin, dans sa *Flora helvetica* (vol. II, 1828), se servit de ce caractère pour établir les six premiers groupes de ce genre, dont trois à anthères libres et trois à anthères soudées; mais il négligea absolument d'en faire mention pour les quatre derniers. Koch (*Synopsis floræ germanicæ*, 2^{me} édition, 1844) et Grenier et Godron (*Flore de France*, II, 1852) insistent sur l'état libre ou soudé des anthères d'une bonne partie des espèces qu'ils décrivent, mais sans en dépasser celui-là le tiers et ceux-ci la moitié. Quant à Ducommun (*Taschenbuch für den schweiz. Botaniker*, 1869), il indique soigneusement ce caractère pour ses quatre premiers groupes, dont le premier (*Gentianæ* proprement dites) les a libres ou réunies, le deuxième (*Cruciata*) libres, le troisième (*Megalanthæ*) soudées, et le quatrième (*Hippion*) libres; mais il ne l'indique pas spécialement pour chaque espèce en particulier, et dans son premier groupe, par exemple, il y aurait lieu de le revoir pour les cinq hybrides qu'il renferme et peut-être aussi pour le *Gentiana pannonica* (Scop.), qu'il regardait comme douteux pour la Suisse; puis, pour ses quatre derniers groupes (*Pneumonanthæ*, *Gentianella*, *Amarella* et *Crossopetalum*), il n'en dit rien.

Ce n'est qu'au moment où mes recherches étaient à peu près terminées, que j'ai été à même de consulter la *Flora von Deutschland* du professeur Ernst Hallier, de Jéna (formant la 5^{me} édition de la Flore de von Schlechtendal, Langenthal et Schenk, t. XVI, Gera-Unternhaus, 1888), laquelle, soit dans le texte même, soit dans les planches de M. Walther Müller, de Gera, a attaché une attention particulière au caractère que j'étudiais; en effet, sur trente-cinq espèces,

hybrides ou sous-espèces, il en est vingt-trois où l'adhérence ou la non-adhérence des anthères entre elles est expressément mentionnée ou figurée. Y avait-il lieu pour moi de renoncer à mon travail ? Je ne l'ai pas cru : en effet, outre les *Gentianes* pour lesquelles M. Hallier n'avait pas parlé de ce caractère, il restait les espèces européennes qui ne croissent pas en Allemagne.

Avant d'aller plus loin, je rappellerai que : « L'adhérence des anthères n'est jamais très forte et, dans tous les cas, elle ne constitue pas une confluence complète, comparable à celle des filets, dans les étamines adelphes. Elles ont été d'abord libres et distinctes; venant plus tard à se toucher, elles se sont collées, mais sans confondre leurs tissus, de telle sorte qu'on peut toujours les décoller artificiellement sans les déchirer. » Cette citation des *Eléments de botanique*, de P. Duchatre (3^{me} édition, Paris 1885, p. 643-644), peut expliquer comment, chez quelques *Gentianes*, on a pu croire libres des anthères qui avaient été agglutinées, mais qui s'étaient disjointes après la fécondation, laquelle avait vidé le pollen de leurs loges.

Ce qui m'avait surtout engagé à poursuivre ce genre de recherches relativement au genre *Gentiana*, c'était le fait d'avoir reçu simultanément de Bosnie le *Symphyandra Hoffmanni* (Panc.), représentant d'un genre nouveau pour mon herbier, et une sous-espèce de *Gentiane* désignée également par le qualificatif de *symphyandra*, sur laquelle je reviendrai plus loin. Après avoir étudié la chose dans mon herbier, j'ai pu, grâce à l'obligeance de MM. les professeurs Paul Godet et Fritz Tripet, poursuivre mes recherches dans

l'herbier de feu l'inspecteur Charles-Henri Godet, dans celui de feu le professeur Paul Morthier, propriété de l'Académie de Neuchâtel, et dans celui de M. le professeur Tripet lui-même.

Il m'a paru convenable de rechercher à cette occasion ce qui en est à ce sujet des autres genres européens de la famille des *Gentianacées*, et j'ai trouvé les anthères constamment libres dans les genres : *Pleurogyne*, *Swertia*, *Chlora*, *Erythræa*, *Cicendia* (*Exacum*), *Limnanthemum* (*Villarsia*) et *Menyanthes*, dont deux sont extrêmement représentés dans la flore européenne : même manque d'adhérence des anthères dans le genre exotique *Sabbatia* de la même famille.

M'en tenant aux espèces européennes, j'ai indiqué dans la liste suivante par un ! les espèces pour lesquelles je n'ai pas trouvé de renseignements chez les divers auteurs cités au commencement de cette notice, et par un * les formes qui ne se trouvent indiquées ni dans le *Conspectus floræ europææ* de C.-F. Nyman (III^{me} partie, 1881), ni dans le *Supplementum* (II, 1, 1889) du même auteur, que j'ai suivi pour la classification des espèces, sous-espèces, variétés et hybrides de ce genre, en indiquant pour les sections les noms qu'il a adoptés ainsi que ceux de Gaudin. Je rappellerai que Frœlich, suivi par Koch, n'a que quatre sections : *Cœlanthe* (correspondant aux sections 1-5 ci-dessous), *Calathia* (6-8), *Crossopetalum* (9), *Endotricha* (10-12).

1. *Cruciata* : anthères libres.

Gentiana Cruciata L. — ! *G. phlogifolia* Schott.

2. *Asteriæ*; *Eugentianæ*, p. p. : Anthères libres.

G. lutea L. — *G. hybrida* Schl. (*Thomasii* Hall.) — *G. rubra* Clairv. (libres, d'après Grenier et Godron).

3. *Cœlanthæ*; *Eugentianæ* p. p. : Anthères soudées, parfois lâchement.

G. punctata L. — ! *G. campanulata* Jacq. — *G. Charpentieri* Thom. — ! *G. pannonica* Scop. — *G. purpurea* L. — *G. Gaudiniana* Thom. — *G. Burseri* Jacq.

OBS. Je n'ai pas eu à ma disposition les formes suivantes : *G. Kummeriana* Sendt. (hybride du *lutea* et du *pannonica*, qui appartiendrait à la section précédente si ses anthères sont libres); — *G. Laengstii* Hsm. (probablement identique au *G. Charpentieri* ci-dessus); *G. macrophylla* Bert. (non *Pall.*)

4. *Megalanthæ*. — Anthères soudées.

G. acaulis L. (var. β). — ! *G. Clusii* Perr. et Song. — *G. angustifolia* Vill. — ! * *G. firma* Kern. — *G. excisa* Koch. — ! *G. Kochiana* Perr. et Song. — ! *G. dinarica* Beck. — *G. alpina* Vill. — ! * *G. Rochellii* A. Kern.

5. *Pneumonanthæ*. — Anthères soudées, souvent lâchement.

! *G. Frœlichii* Jan. — *G. frigida* Hnke. — *G. Pneumonanthe* L. — *G. asclepiadea* L. — ! *G. multifida* Hagenb. (var. de la précédente). — ! *G. depressa* Boiss.

OBS. *G. carnica* Wallr. et *G. septemfida* Pall. manquent dans les quatre herbiers à ma disposition.

6. *Chondrophyllæ*. — Anthères libres, saillant souvent hors de la corolle dans la première espèce.

! *G. pyrenaica* L. — ! *G. Boryi* Boiss. — *G. prostrata* Hnke (ainsi que sa var. : ! *americana* Engelm., des Etats-Unis).

7. *Gentianellæ*. — *Calathianæ* *. — Anthères libres.

G. utriculosa L. — *G. nivalis* L. — ! * *G. ramulosa* Tessières (var. insignifiante de la précédente).

OBS. Nyman cite avec doute comme variété de la première le *G. bucovinensis* *Herb.*, que je ne connais pas, non plus que le *G. humilis* *Koch.*

8. *Hippion.* — *Calathianæ* **. — Anthères libres.

! *G. aestiva* *R. et Sch.* — ! *G. angulosa* *M. B.* — ! *G. tergestina* *G. Beck.* — *G. verna* *L.* — *G. brachyphylla* *Vill.* — *G. bavarica* *L.* — ! *G. prostrata* *Wahlbg.* (non *Hnke*; = *imbricata* *Schl.* non *Frœl.*) — ! *G. Rostani* *B. et R.* — *G. imbricata* *Frœl.* — *G. pumila* *Jacq.*

OBS. A examiner encore : *G. chalybea* *G. Beck* et *G. elongata* *Huter*, que je n'ai pas eus à ma disposition.

9. *Crossopetalæ.* — *Urananthæ.* — Anthères libres.
G. ciliata *L.* — ! *G. detonsa* *Rottb.* (*serrata* *Gunn.*)

10. *Amarellæ.* — *Endotrichæ* *. — Anthères libres.

G. Amarella *L.* — ! *G. lingulata* *Ag.* — ! *G. livonica* *Eschsch.* — ! * *G. pseudo-amarella* *Beck.* — ! *G. uliginosa* *Willd.* — ! *G. præcox* *Kern.* — ! *G. Columnæ* *Ten.* — *G. obtusifolia* *Willd.* — ! *G. spathulata* *Bartl.* — ! *G. pyramidalis* *Nees.* — ! *G. crispata* *Vis.* — ! *G. bulgarica* *Velen.* — *G. germanica* *Willd.* — ! *G. Sturmi* *A. et J. Kern.* — ! *G. austriaca* *A. et J. Kern.* — ! *G. rhætica* *A. et J. Kern.* — ! * *G. Uechtritzii* *Sag. et Schn.* (*carpathica* *Wettst.*) — ! *G. caucasica* *M. B.* — ! * *G. baltica* *Murb.* — ! *G. chloeræfolia* *Nees.* — *G. campestris* *L.*

OBS. Des nombreuses formes décorées de noms spécifiques de ce groupe, il m'a manqué les suivantes : *G. obtusifolia* *Rchb.* (non *Willd.*) — *G. aspera* *Heg. et Heer.* — * *G. uniflora* *Willden.* — *G. compacta* *Heg. et Heer.*

11. *Chionanthæ*. — *Endotrichæ* **. — Anthères libres.
G. tenella Rottb. — *G. nana* Wulf.

12. *Arctophilæ*. — Anthères libres.

! *G. aurea* L. (involucrata Rottb.)

Sauf une hybride, le *G. rubra* (Clairv.), j'ai examiné toutes les *Gentianes* citées ci-dessus, naturellement sauf celles que j'ai indiquées sous la rubrique: OBS. Pour la plupart, la chose est facile à faire avec une loupe, vu la transparence de la corolle; chez quelques-unes il faut analyser les fleurs. Aussi me garderai-je bien de fournir des données sur les espèces américaines et asiatiques que j'ai eues sous les yeux, non seulement parce que le nombre des espèces était insuffisant pour un coup-d'œil d'ensemble, mais surtout parce que ne pouvant les analyser, je restai dans le doute pour plusieurs d'entre elles.

Le caractère d'avoir les anthères soudées ou libres ne paraît pas variable dans une même espèce. Toutefois, Gaudin indique le *Gentiana punctata* (L.) comme les ayant libres ou lâchement soudées, et il fait remarquer que Schmidt (*Ræmer's Archiv*, I, p. 20) attribuait des anthères libres au *G. alpina* (Vill.), que lui-même a trouvées constamment soudées, fait que j'ai également constaté sur de nombreux exemplaires. Mais, ce que j'ai observé sur plusieurs espèces, c'est qu'après la fécondation, à mesure que le fruit commence à se développer, les anthères doivent forcément se séparer pour faire place à la capsule qui s'allonge et s'élargit: cela dit pour expliquer les deux exceptions apparentes que je viens de mentionner d'après Gaudin, ainsi que le fait que Koch attribue expressément au *G. frigida* (Hnke), des anthères libres. Cette dernière espèce mérite que je m'y arrête un instant.

Le professeur Hallier, dans sa clef analytique du genre *Gentiana*, la distingue du *G. Frælichii* (Jan.), en ce que celle-ci a les anthères soudées, tandis que le *frigida* les aurait libres ; mais il dit textuellement dans la description qu'il donne de cette dernière : « Les anthères jaunes sont libres, du moins quand la corolle est fleurie, et le style si court qu'il ne fait pas saillie hors de la corolle. » Cette remarque m'a confirmé ce que j'avais observé sur deux fleurs peu développées, à savoir que les anthères sont alors lâchement soudées, ce qui cesse très tôt à cause de la brièveté du style, qui fait à peine saillie hors de l'anneau des anthères ; sur deux autres fleurs, j'ai vu une fois deux anthères et une autre fois trois encore réunies, mais séparées de leurs congénères, et dans la plupart des fleurs complètement développées les anthères sont toutes séparées. Dans le même groupe de ce genre, le professeur Hallier fait la remarque que les anthères du *G. Pneumonanthe* (L.) sont d'abord réunies, puis séparées. Les botanistes qui ont la facilité d'observer le *G. frigida* (Hnke) vivant, devraient étudier de près cette question, vu l'affirmation catégorique d'un savant aussi exact que Koch.

J'en viens enfin au fait qui m'a engagé à étudier de près la question des anthères chez les *Gentianes* européennes. Dans un envoi de plantes bosniaques, que m'a fait le professeur Eric Brandis, du séminaire de Travnik, se trouvait sous le nom de *Gentiana lutea* (L.), nova subspecies : *symphyandra* (Murb.), une plante très intéressante, récoltée au mois de juillet 1893 par mon savant correspondant à Vlasić, à une altitude de 1700 à 1900 mètres. Cette remarquable forme ne diffère de notre grande *Gentiane* jaune du

Jura et des Alpes que par le seul fait que ses anthères sont soudées les unes aux autres, ce qui saute d'autant plus aux yeux que la corolle de cette belle espèce étale en roue ses cinq divisions, permettant ainsi de voir les étamines comme cela ne se retrouve chez aucune autre espèce européenne de ce genre. Ce fait est extrêmement intéressant, en ce qu'il vient démontrer que non seulement, comme on le savait, la soudure ou la non réunion de leurs anthères ne permettrait pas de séparer les Gentianes en deux genres distincts, comme cela a lieu pour le genre *Symphyandra* détaché des Campanules, mais encore qu'exceptionnellement une espèce à anthères libres peut présenter comme variété remarquable des individus munis d'anthères agglutinées, fait trop général dans le cas particulier pour qu'on puisse le regarder comme appartenant à la tératologie végétale.

Abstraction faite de cette exception singulière, si, chez les Gentianes, les étamines ne peuvent pas motiver la formation de genres détachés, elles peuvent servir pour celle des groupes, ainsi qu'on le verra facilement en consultant les indications contenues dans ce petit travail. En effet, elles sont soudées dans ceux que j'ai indiqués sous les nos 3, 4 et 5, et libres dans les neuf autres; et, si l'on voulait suivre la division établie par Frœlich, ce ne serait que dans son premier groupe (*Cœlanthe*) qu'on trouverait simultanément des espèces à anthères soudées et d'autres à anthères libres, ce dernier cas existant toujours dans ses trois autres groupes.



COUP D'ŒIL

SUR

LES FORMES ET LES RELATIONS OROGRAPHIQUES

que déterminent les Faciès du Malm dans le Jura

PAR L. ROLLIER, PROFESSEUR

Dans un certain nombre de publications antérieures, nous avons cherché à détruire les idées auxquelles nous avaient habitué nos premières leçons de géologie sur la stratigraphie du Malm ou Jurassique supérieur du Jura. Nous avons en même temps posé une nouvelle base de parallélisme, ainsi que des relations orographiques très différentes de ce que l'on a coutume de rapprocher, en comparant les crêts et les combes de la bordure externe et de la bordure interne de cette chaîne de montagnes¹. Nos différents travaux sur ce sujet s'adressent avant tout aux géologues de profession, qui ont passé comme nous par l'école des Thurmann, Marcou, Gressly, Desor, Greppin, Jaccard, sans parler de nos confrères actuels qui ont ajouté

¹ On n'aura pas de peine à comprendre en Suisse les expressions de bordure externe et bordure interne du Jura, qui répondent aux parties convexe et concave de la chaîne. La région médiane située entre deux ne doit pas être confondue avec le Jura central de Thurmann.

aussi leurs travaux à la liste déjà longue des publications géologiques sur le Jura ¹.

Nous voudrions présenter aujourd'hui nos résultats sous une forme plus concrète, et, sans sortir du cadre scientifique, laisser un peu la dissertation qui suppose chez le lecteur de nombreuses études préliminaires, soit dans les livres, soit sur les cartes et sur le terrain, et donner à cet aperçu la forme d'un graphique pour servir de guide aux reconnaissances orographiques que pourront faire par la suite les amis de la géologie du Jura.

L'on ne se doute pas, en parcourant nos crêts jurassiques, souvent taxés de monotones, que sous des apparences extérieures d'analogie produites par la récurrence des faciès homologues (p. ex. des marnes) à plusieurs niveaux, les étages synchroniques ne jouent pas toujours le même rôle orographique. Arrêtons-nous aux crêts ou aux arêtes les plus connues de la chaîne du Jura: le Reculet, le Chasseron, la Tête-de-Rang, le Chasseral, le Hasenmatt; aux crêts du Monterrible, du Fringuelet, du Blauen, etc.; puis aux formes orographiques d'une région médiane: Mont-Rivel, près de Champagnole, Montvouillon, près de Morteau, le Jorat, le Graiter, le Montoz, le Probstenberg, etc., pour former trois séries de formes analogues, mais très différentes, si on les considère terme à terme. Ces trois séries sont figurées dans nos coupes de la manière suivante: à droite des planches, la série des grandes arêtes du Jura; à gauche, la constitution des crêts jurassiques situés sur la bor-

¹ Voir A. Jaccard, 2^{me} supplément à la *Description du Jura vaudois et neuchâtelois*, 7^{me} livr. des Matér. pour la Carte géol. de la Suisse.

dure externe de la chaîne, et dans le milieu des planches, une série de montagnes de la région médiane.

Voici les caractères sommaires des couches, de haut en bas, dans les trois régions considérées.

Série des couches du Malm de la bordure interne du Jura et du Jura méridional.

PORTLANDIEN.

KIMÉRIDIEEN (sur les flancs des montagnes).

SÉQUANIEN. Cet étage est composé comme suit :

t'. Oolithe blanche, parfois crayeuse : *Ptygmatis Bruntrutana*, *Nérinées*, *Actæonina Dormoisiana*, *Corbis Buvignieri*, *Diceras Sanctæ-Verenæ*, *Cardium corallinum*, (SYN. Corallinien Et., Couches de Sainte-Vérène, Couches de Wangen, etc.)

s'. Marno-calcaires plus ou moins oolithiques (oolithe rousse à taches bleues, oolithe nuciforme, etc.) : *Bourguetia striata*, *Pholadomya* cfr. *Protei*, *Astarte supracorallina*, *Lima astartina*, *Pecten Tombecki*, *Ostrea* (*Exogyra*) *spiralis*, *O.* (*Ex.*) *Bruntrutana*, *Rhynchonella corallina*, *Magellania humeralis*, *Pseudodiadema hemisphaericum*, *Acrocidaris nobilis*, *Hemicidaris stramonium*, *Cidaris florigemma*, var. *philastarte*, *Apiocrinus Meriani*.

r'. Calcaires irréguliers, coralliens ou crinoïdiens, grésiformes, plus ou moins marneux : *Turbo princeps*, *Perna* cfr., *Ctenostreon semielongatum*, *Lima tumida*, *Pecten subarticulatus*, *Ostrea* cfr. *rastellaris*, *Rhynchonella corallina*, *Magellania Egena*, *Glypticus integer*, *Stomechinus perlatus*, *Hemicidaris intermedia*, *Cidaris florigemma*, nombreux Polypiers. (Sous-étage nommé par

moi Couches du Châtelu, Couches à *Hemicidaris crenularis* des auteurs allemands. Corallien auctor., etc.)

ARGOVIEN. Etage marneux vers le haut, plus calcaire à la base :

q'. Marnes grises, avec quelques bancs plus calcaires, parfois gréseux, caractérisées par une faune de myacés : *Pholadomya parvicosta*, *Pholadomya hemicardia*, *P. pelagica*. *Pleuromya* cfr. *varians*, *Thracia corbuloides*. (SYN. *Pholadomyen* de Tribolet, Couches du Geissberg Mösch, etc., + Couches d'Effingen pro parte.)

p'. Calcaires gris, à taches bleues à l'intérieur des bancs, alternant régulièrement avec des lits marneux, délit polyédrique. Fossiles rares, des *Perisphinctes* çà et là. Vers la base, les calcaires deviennent irréguliers, grumeleux, pétris de spongiaires à spicules siliceux (Hexactinellides). Fossiles abondants : *Perisphinctes Kreutzi*, *Peltoceras transversarium*, *Aspidoceras Oegir*, *Opelia Bachiana*, *O. Pichleri*, *Oecotraustes canaliculatus*, *O. hispidus*, *Pholadomya acuminata*, *Isourca Schilli*, *Terebratula Rollieri*, *T. Birmensdorfensis*, *Rhynchonella obliqua* (= *Arolica*), *Cidaris leviuscula*, *Balanocrinus subteres* ; nombreux spongiaires : *Craticularia*, *Tragos*, etc. (SYN. Calcaires hydrauliques, Couches d'Effingen pars inf. + Spongition, Couches de Birmensdorf, de Trept, etc.)

OXFORDIEN. Etage très sporadique et peu développé, manquant souvent (Freitreules), ou représenté seulement par quelques lits de marne noire à *Belemnites hastatus*, avec des blocs ochreux d'oolithe ferrugineuse qui contiennent la faune suivante :

o'. *Perisphinctes consociatus*, *P. promiscuus*, *P. Mazuricus*, *Peltoceras Eugeniei*, *P. Constantii*, *Aspidoceras perarmatum*, *Oppelia oculata*, *Harpoceras Delmontanum*, *Cardioceras cordatum*, *C. excavatum*. (SYN. Couche des Crosettes, près La Chaux-de-Fonds.)

n'. Rarement on trouve à la base de la couche *o'* des nodules plus ou moins phosphatés avec la faune suivante :

Perisphinctes sp., *Peltoceras athletoides*, *Aspidoceras Babeanum*, *Cardioceras Lamberti*, *C. Leachi* et *C. Mariæ*.

m'. CALLOVIEN. Le Callovien, rarement bien développé, forme une oolithe ferrugineuse avec la faune suivante :

Perisphinctes sulciferus (= *subtilis*), *Cosmoceras ornatum*, *Reineckia Greppini*, *R. dubia* (= *anceps*), *Stephanoceras coronoides*, *Peltoceras athleta*, *Oppelia suevica*, *O. denticulata*, *Oecotraustes bicostatus*, *O. Baugieri*, *Harpoceras punctatum*, *H. lunula*, *Cardioceras flexicostatum*, (= *Lamberti* d'Orb.). (SYN. Couches de Clucy, Marcou.)

l'. La Dalle nacrée qui sert de base à ce dépôt est un triturat de coquilles d'huîtres, de brachiopodes, de bryozoaires et de crinoïdes dans lequel on découvre rarement des fossiles déterminables.

Série des couches du Malm de la région médiane du Jura (Champagnole-Liestal).

Les étages Portlandien, Kiméridien et les groupes ou sous-étages *l''*, *s''*, *r''*, *q''*, sont les mêmes que dans la série ci-dessus (*l'*, *s'*, *r'*, *q'*,).

Le groupe *q''* contient des niveaux coralligènes à *Pecten solidus* (= *vitreus*), *Mytilus Jurensis*, *Pseudomelania athleta*, etc.

p''. Les couches commencent à différer totalement à partir du groupe *p''*, généralement représenté par des calcaires blancs à *Perisphinctes*, *Pholadomya parvicosta*, *Ostrea caprina*, *Terebratula* cf. *Kobyi*. La base est généralement encore du Spongilien.

o''. Au lieu de la couche *o'* de ci-dessus, on trouve des *sphérîtes o''* en couches alternant avec des marnes onctueuses noirâtres, renfermant *exactement la même faune de céphalopodes que o'*, à laquelle s'ajoutent :

Pleurotomaria Münsteri, *Pholadomya ventricosa*, *P. exaltata*, *Thracia pinguis*, *Unicardium globosum*, *Astarte percrassa* (= *A. multiformis*), *Trigonia monilifera*, *Lima alternicosta*, *Pecten subfibrosus*, *Arca (Cucullæa) concinna*, *Rhynchonella Thurmanni*, *Terebratula* cf. *Galliennei*, etc. (Couches de la Pâturatte près Tramelan, marnes à sphérîtes Kilian.)

n''. Des marnes noirâtres, onctueuses, avec fossiles pyriteux viennent au-dessous; on y rencontre surtout les espèces mentionnées ci-dessus dans le sous-étage *n'*. (Syn. Marnes oxfordiennes auctor.)

m''. De même la couche *m'* se retrouve ici avec les mêmes caractères pétrographiques et paléontologiques que ci-dessus, elle est généralement bien développée (Clucy, Longemaison, Jorat, Montoz, etc.).

l''. Partout elle repose sur une assise analogue à la Dalle nacrée *l'*, qui, au Graiter y et ailleurs, recouvre les couches à *Macrocephalites macrocephalus*.

Série des couches du Malm de la bordure externe
du Jura (Salins-Bâle).

Les étages PORTLANDIEN,
KIMÉRIDIEN,
SÉQUANIEN, comme ci-dessus.

t, s. Il y a des polypiers dans le groupe *s* (*Astartien*)
en sus des autres fossiles.

r. Les couches *r* sont par contre déjà différentes,
et rarement coralligènes. On y trouve abondamment :
Cerithium Moreanum, *Ptygmatis nodosa*, *Nerinea Sequana*,
Natica grandis, *Astarte supracorallina*, etc. (SYN.
Couches à Natices, E. Greppin.)

Etage RAURACIEN, remplaçant l'Argovien.

q. Le groupe *q'* et une partie du groupe *p'* de ci-
dessus sont représentés par des calcaires coralliens en
bancs massifs, ou des oolithes à nérinées, d'une cou-
leur généralement blanche. Espèces remarquables :
Purpuroidea Moreana, *Ptygmatis Bruntrutana*, *Nerinea*
Defrancei, *N. Ursicina*, *Pseudomelania athleta*, *Petersia*
buccinoides, *Corbis episcopalis*, *Diceras arietinum*, *D. Ur-*
sicinum, *Cardium corallinum*, *Lima tumida*, *L. corallina*,
Terquemia ostreiformis, nombreux polypiers. (SYN. Co-
rallien auctor., Dicératien + Zoanthairien Etallon.)

p. La base du groupe *p'* ou le Spongitién (Couches
de Birmensdorf) passe dans les chaînes externes du
Jura à des marno-calcaires grumeleux, siliceux, gri-
sâtres, avec une faune de monomyaires, d'échinides
et de crinoïdes : *Oecotraustes Henrici*, *Perisphinctes*,

Pseudomelania Heddingtonensis, *Pleurotomaria Antonice*, *Lima perrigida*, *L. Renevieri*, *Pecten Lauræ*, *P. episcopalis*, *P. Ducreti*, *Ostrea cf. hastellata*, *O. gregarea*, *Magellania Delmontana*, *Terebratula Bourgueti*, *Rhynchonella Helvetica*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Hemicidaris creuularis*, *Cidaris florigemma*, *C. Blumenbachi*, *C. cervicalis*, *Apiocrinus polycyphus*, *Millericrinus Münsterianus*, *Ceriocrinus Milleri*, *Isastrea Thurmanni*, etc. (SYN. Glypticien Etallon, Couches de Liesberg Rollier, terrain à chailles siliceux auctor.)

o. OXFORDIEN. Etage très bien développé dans cette région, sa partie supérieure o est formée de bancs chailleux, plus ou moins siliceux, alternant avec des marnes noires, pyriteuses vers la base, caractérisée par: *Aspidoceras perarmatum*, *Peltoceras Toucasianum* (différent de *P. transversarium* par la forme de ses tours), *P. Eugenii*, *P. Arduennense*, *Perisphinctes plicatilis*, *P. Martelli*, *Cardioceras cordatum*, *C. excavatum*, *C. vertebrale*, *Oppelia oculata*, *Harpoceras Delmontanum*, *Creniceras cristatum*, *Pleurotomaria Münsteri*, *Pholadomya ventricosa*, *P. exaltata*, *Pleuromya varians*, *Thracia pinguis*, *Unicardium globosum*, *Astarte percrassa*, *Trigonia papillata*, *Nucula elliptica*, *N. Oxfordiana*, *Lima alternicosta*, *Pecten subfibrosus*, *Ostrea dilatata*, *Terebratula Galliennei*, *Rhynchonella Thurmanni*, *Collyrites bicordata*, *Balanocrinus pentagonalis*, partout manque de polypiers. (SYN. Terrain à chailles auctor., Couches à *Rhynchonella Thurmanni* Etallon, terrain à chailles marno-calcaire J.-B. Greppin, pro parte, marnes oxfordiennes auctor., pro parte.)

n. Les marnes oxfordiennes proprement dites (Châtillon, etc.) sont très onctueuses, avec cristaux de

gypse, fruits de cycadées et bois flotté, fossiles très pyriteux. Espèces caractéristiques : *Aspidoceras Babea-num*, *Peltoceras athletoides*, *Perisphinctes* cfr., *Cardioceras Lamberti*, *C. Leachi*, *C. omphaloides*, *C. Mariæ*, *Harpoceras lunuloides*, *H. pseudopunctatum*, *Oecotraustes Hersilia*, *Creniceras Renggeri*, *Actæon Johannis-Jacobi*, *Alaria Gagnebini*, *A. Danielis*, *Arca (Cucullaca) sp.*, *Magellania (Aulacothyris) Bernardina*, *Rhynchonella* cf. *Thurmanni*, *Balanocrinus pentagonalis*.

m, l. Le CALLOVIEN est exactement comme dans la région médiane.

Relations.

Un parallélisme basé sur les faunes de l'Oxfordien ne peut pas donner autre chose que ce qu'on voit dans nos planches. Il est confirmé pleinement par les passages latéraux constatés dans la région médiane du Jura.

Il faut y subordonner la question d'épaisseur des étages. Il faut y sacrifier l'apparence trompeuse et fausse d'une unité de type orographique basé sur la présence de combes marneuses équivalentes et synchroniques autour des dômes ou voussures oolithiques (de dogger).

L'Oxfordien, d'une épaisseur de 50 à 80 m. dans le nord du Jura, vient se réduire à zéro vers le sud.

L'Argovien, comme du reste tous les étages moyens et supérieurs du Malm, est plus puissant dans la bordure interne du Jura que son équivalent synchrone, le Rauracien de la bordure externe. Pour expliquer ces relations, nous admettrons un déplacement

ment du bassin sédimentaire, ou tout au moins un déplacement des courants qui ont amené les matériaux argileux pendant le dépôt du Malm. Il passait primitivement sur la Franche-Comté (Oxfordien), puis il s'est transporté plus au sud (Argovien).

Les relations orographiques se résument ainsi : la combe oxfordienne du nord s'amincit, puis disparaît vers le sud.

Le crêt rauracien du nord se retrouve en partie au sud dans les calcaires argoviens qui recouvrent la dalle nacrée. Le reste (partie supérieure) de l'étage argovien produit dans les chaînes internes du Jura de grandes combes qui n'existent plus vers le nord, où elles vont s'atténuer et se confondre avec les paliers séquaniens. Par contre, au sud, le Séquanien, avec ses grandes arêtes, joue le rôle du Rauracien du nord.

Dans la région médiane du Jura, on a sur la même chaîne la série complète de toutes les formes orographiques du nord et du sud : crêts séquaniens, combes argoviennes, crêts argoviens-rauraciens et combes oxfordiennes.

Cette région médiane du Jura, trop délaissée jusqu'ici, fournit la solution des questions tant agitées des relations de faciès du Jurassique supérieur.



CHEMIN DE FER A CRÉMAILLÈRE

entre Neuchâtel et Chaumont

PAR H. LADAME, INGÉNIEUR

(Avec deux planches)

Les députés des campagnes réclamant toujours de nouvelles routes, M. Piaget s'écriait au Grand Conseil : « Vous voulez donc macadamiser le pays ? » — Aujourd'hui, parce qu'on a construit un Régional de Neuchâtel à Boudry, un Tramway de Neuchâtel à Saint-Blaise, et un Funiculaire de l'Ecluse au Plan, on trouve que c'est suffisant ; beaucoup de gens ne comprennent pas qu'après s'être occupé de l'utile on songe à l'agréable, et que pour l'homme qui peine et qui travaille, le nécessaire n'est pas suffisant, qu'il a besoin d'un peu de superflu.

Dans le cas particulier, le superflu c'est la montagne, le silence des bois, un peu de fraîcheur, un air plus pur que celui de la rive du lac, c'est Chaumont. Sans doute on peut s'y rendre à pied, mais il faut être jeune et avoir bon souffle ; on peut même y monter en poste, mais il faut 2 ¹/₂ heures au pas, toujours au pas ; et dire qu'on pourrait gagner le sommet en 27 minutes !

C'est pour s'occuper de cette question que j'avais convoqué le 15 septembre 1892, à l'Hôtel-de-Ville,

une réunion des personnes les plus connues pour l'intérêt qu'elles portent au développement de la ville. Le projet que je soumis à ces messieurs avait pour objectif « l'hôtel de Chaumont », et devait coûter 650 000 francs. La *Suisse libérale*, rendant compte le même jour de cette réunion, constatait que ce projet avait été bien accueilli, et ajoutait : « Un comité d'initiative va se former pour faire procéder aux études préliminaires. »

L'opposition presque unanime des propriétaires de Chaumont, hôtel compris, empêcha ce comité de se constituer.

On comprend que ceux qui possèdent la montagne n'éprouvent aucun besoin de la partager avec le public; c'est donc à celui-ci de s'occuper de ses intérêts, et c'est ce qu'il a compris à Zurich pour la construction de la ligne de l'Uetliberg en 1875, à Montreux pour celle de Territet-Glion en 1881, des Rochers-de-Naye en 1892, à Lucerne, en 1884, pour le Gütsch, à Bienne, en 1887, pour Macolin, à Genève, en 1891, pour les lignes du Salève, sans compter les nombreuses lignes des Alpes, que l'on n'aurait pu construire avec le seul concours des propriétaires du sol.

Ce que l'on a fait partout pour faciliter l'accès de la montagne serait-il téméraire de le tenter chez nous ? je ne le crois pas. La construction du funiculaire de l'Ecluse-Plan, qui a tant contribué au développement de la partie supérieure de la ville, prouve que la population est capable de s'intéresser à une entreprise de ce genre. Elle s'y intéresserait d'autant plus qu'il serait facile de construire dans la forêt, à droite et à gauche de la ligne projetée, de nombreuses

et modestes villas alimentées d'eau de source qui arriverait au Pertuis-du-Sault dans un petit réservoir situé à peu près à la hauteur de celui du Plan, et de là serait refoulée dans une conduite sur laquelle on établirait les embranchements nécessaires.

Ainsi, à peu de frais, nombre de familles trouveraient à proximité de la ville de charmantes installations pour l'été, alors que maintenant elles doivent y renoncer ou aller les chercher dans les cantons voisins, Berne, Fribourg, Vaud, ou même jusqu'en Valais.

Le père de famille profiterait aussi des avantages de la campagne, lorsque le soir, sans fatigue, il pourrait aller retrouver les siens, et le matin regagner en quelques minutes ses occupations.

DESCRIPTION DU TRACÉ — Le tracé proposé en 1892 partait de la gare du J.-S., aux Sablons (cote fédérale 486^m) et se dirigeait sur l'Hôtel de Chaumont. Sa longueur était de 4000^m, sa pente maximum atteignait 36 ‰.

Ce tracé, mal accueilli par les propriétaires de Chaumont, fut abandonné, mais le problème lui-même n'est pas de ceux qu'on peut mettre de côté. La montagne et ses forêts, qu'on le veuille, ou qu'on ne le veuille pas, deviendront un jour accessibles à chacun. Le plus tôt serait le mieux.

C'est dans cette conviction que j'ai entrepris une nouvelle étude, évitant les propriétés particulières et réduisant au strict minimum la longueur et les pentes de la ligne. Le tracé que je vous présente aujourd'hui partirait, comme le précédent, de la gare du J.-S., car le voyageur arrivant de Paris, de Bâle, ou de Genève délaisserait une ligne qu'il ne pourrait attein-

dre qu'en faisant transporter ses colis à la gare de la Boine, pour prendre le funiculaire et les faire transborder de nouveau au Plan avant de monter dans le train pour Chaumont. De la gare du J.-S. le tracé se dirigerait en ligne droite sur le Pré Louiset, un des points les plus pittoresques du pays, et des mieux situés pour la construction d'un hôtel, qui ne ferait pas double emploi avec l'hôtel actuel, celui-ci refusant chaque année de nombreux étrangers, mais donnerait à cette station l'importance à laquelle elle a droit.

PROFIL EN LONG. — A partir de la gare des Sablons, le tracé passerait en tunnel sous la route des Montagnes et les maisons des Cassardes. Ce premier tunnel débouchant à l'Est du Pertuis-du-Sault aurait 215^m de long. La ligne passerait ensuite sous la route de Chaumont, traverserait un second tunnel de 150^m, et atteindrait Tête-Plumée à la cote 716^m avec une pente uniforme de 23 ‰. De ce point on arriverait au Pré Louiset avec une rampe continue de 26 ‰, traversant la forêt, d'abord en remblais, puis en tranchée, puis en tunnel; ce dernier tunnel aurait 335^m de long. La longueur totale de la ligne serait de 2400^m. La pente de 26 ‰ pourrait être réduite en modifiant quelque peu le tracé suivant la variante ponctuée sur le plan, de façon à ne pas dépasser 25 ‰, maximum admis généralement.

TRACTION. — En utilisant la force électrique dont dispose la Commune, on réduirait à une seule voiture, soit à son minimum le poids à remorquer, tout en rendant l'action des freins plus puissante par l'augmentation de la charge sur les essieux.

Le poids de la voiture avec 40 voyageurs étant de 10 tonnes, le coefficient de frottement de 6 kilogr. par tonne, et la vitesse de 1^m,50 par 1'', la force nécessaire sur la rampe maximum serait :

$$N = 1,1 \frac{10(6 + 260)}{75} 1,5 = 58,5 \text{ HP}$$

soit 60 chevaux en nombre rond, en tenant compte de 10 % de perte par le mécanisme.

DURÉE DU TRAJET. — Avec une vitesse de 1^m,50, la ligne ayant 2400^m de long, la durée du trajet serait de $\frac{2400^m}{1,5} = 1600''$, ou 27 minutes.

Au Salève, d'Etrembières jusqu'aux Treize-Arbres, point culminant à la cote 1142^m, le trajet se fait en 1 heure, à la vitesse moyenne de 6 kilomètres à l'heure. Au nouvel hôtel de Chaumont, à la cote 1070^m, on arriverait de Neuchâtel en moitié moins de temps.

TERRASSEMENTS ET TRAVAUX D'ART. — L'examen du profil en long, établi d'après la carte fédérale au 1:25000 dont les courbes de niveau sont équidistantes de 10^m, permet de constater combien la répartition des déblais aux remblais peut se faire facilement. — Les matériaux provenant du tunnel des Cassardes trouveraient leur emploi à la gare même, ceux provenant du tunnel en dessus du Pertuis-du-Sault et des tranchées aux abords, dont le cube est relativement faible, seraient mis en dépôt, enfin ceux de la partie supérieure de la ligne serviraient à former le grand remblais à établir entre Tête-Plumée et la route de Chaumont. A part les tunnels complètement

dans la roche, et qui n'exigeront qu'un faible revêtement, les travaux d'art se réduisent aux passages sous la route de Chaumont, et sous le chemin de la Châtelainie.

VOIE. — La voie aurait 1^m d'écartement, comme au Salève, afin de donner à la voiture plus de stabilité. Au Pilate, au Generoso, au Glion-Naye, et dans l'Oberland bernois la voie n'a que 0^m,80 de largeur. Le rail, en acier, pèserait 20 kg. le mètre courant. Les traverses seraient en fer homogène (Flusseisen). Enfin la crémaillère serait, non du système Abt à lamelles, mais du système Ryggenbach du type de la Schynige-Platte, permettant d'adapter à la voiture des crochets de sûreté.

VOITURE. — La voiture comprendrait 24 places assises, et 8 places sur chaque plateforme, ensemble 40 voyageurs; plus un compartiment pour les bagages. Cette voiture serait pourvue de deux moteurs actionnant chacun un pignon engrenant avec la crémaillère, ce qui assure une sécurité complète, chaque pignon étant capable de retenir sur la plus forte rampe le véhicule chargé. Les dynamos, les freins électriques et le mécanisme seraient placés au centre de la voiture, sur un bogie dont on aurait un pareil tout monté en réserve, ce qui faciliterait considérablement le démontage et le remontage du mécanisme, et n'immobiliserait pas la voiture en cas de réparation des moteurs.

DEVIS. — Le coût de l'entreprise peut être devisé comme suit :

I. *Frais généraux.*

Frais d'administration, études et surveillance des travaux, ex- pertises, publications, etc. . . .	fr. 28 000
--	---------------

II. *Expropriations.*

Achat des terrains : 3 poses environ, indemnités de sous-sol et divers	5 000
--	-------

III. *Installations fixes.*

1 ^o Terrassement et travaux d'art :	fr.
a) En tranchée, 850 ^m à 90 fr.	76 500
b) En tunnel, 750 ^m à 250 fr.	187 500
c) Ponts et ponceaux	10 000
d) Déviations de chemins . .	1 000
Coût de l'infrastructure	fr. 275 000

2^o Voie métallique :

a) Traverses et longrines, 2400 ^m à 6 fr.	14 400
b) Rails et attaches, 2400 ^m à 10 fr.	24 000
c) Croisement et aiguillage, point.	—
d) Crémaillère, 2400 ^m à 20 fr.	48 000
e) Montage et réglage de la voie, 2400 ^m à 5 fr.	12 000
f) Divers	600
Coût de la superstructure	99 000

3 ^o Bâtiments	20 000
A reporter	394 000 33 000

	fr.	fr.
Report	394 000	33 000
4 ^o Station électrique, comprenant transformateur, commutatrice, tableau, accumulateurs et raccord ^{nt} ; téléph ^{ne} et signaux	37 000	
5 ^o Ligne aérienne, rails et supports, 2400 ^m à 5 fr. . . .	12 000	
Coût des installations fixes		443 000

IV. Matériel roulant.

Voiture pour 40 voyageurs, et trucs interchangeable ^s avec équipement électrique, freins, etc.	34 000
---	--------

V. Mobilier et imprévu.

Mobilier, outillage, pièces de rechange, clôtures et imprévu	50 000
Ensemble	<u>560 000</u>

soit $\frac{560\,000}{2\,400} = 234$ fr. par mètre courant.

Le Generoso a coûté 213 fr. par mètre courant.

Le Wengernalp » 247 » » »

Le Glion-Naye » 283 » » »

Exploitation et rendement.

Le coût de l'exploitation s'élèverait à 45 000 fr. par an, se décomposant comme suit :

Location de la force électrique, suivant tarif, 60 HP à 163 fr.	Fr. 9 780
Personnel, entretien et frais d'administration, 2,4 kilom. à 6500 fr. . . .	» 15 600
Complément	» 20
Total à reporter	<u>Fr. 25 400</u>

Report	Fr. 25 400
Intérêts à $3\frac{1}{2}\%$ du capital engagé, soit 560 000 fr.	» 19 600
Ensemble	<u>Fr. 45 000</u>

Le parcours étant de 2400^m, en faisant 10 trains en moyenne par jour, le prix du kilomètre-train reviendrait à $\frac{45\,000}{10 \times 365 \times 2,4} = \text{fr. } 5,14$.

En 1894, le coût total de l'exploitation comprenant : les frais d'administration, l'entretien et la surveillance de la ligne, les frais de traction et du personnel a été par kilomètre-train (*Schweiz. Bauzeitung*, 27 juin 1896):

Pour traction à vapeur au Pilate	de fr. 8,19
» » au Rigi-Viznau	» 7,21
» » au Rothhorn	» 6,91
» » à la Schynige-Platte	» 6,90
» » au Glion-Naye	» 5,45
» » au Arth-Rigi	» 4,58
» » au Generoso	» 4,22
» » à la Wengernalp	» 3,92
Pour traction électrique au Salève	» 1,32

Pour Chaumont, le coût de l'exploitation serait de :

$$\frac{25\,400}{10 \times 365 \times 2,4} = \text{fr. } 2,90 \text{ par kilom.-train.}$$

Le rendement de 45 000 fr. serait assuré en admettant :

15 000 voyageurs montants à 2 fr. (prix de la poste actuellement)	Fr. 30 000
10 000 voyageurs descendants à 1 fr. 50 (25 % de moins que la poste). . .	» 15 000
Comme dessus	<u>Fr. 45 000</u>

Compter sur 25 000 voyageurs par an n'est pas exagéré, d'autant plus que nous n'avons pas porté en recettes l'indemnité que payera la Confédération pour le service de la poste à trois chevaux, qu'elle pourra supprimer.

Voici ce qu'on lit dans le numéro de la *Feuille d'Avis* du 19 septembre 1892 :

« La journée belle et chaude qu'il a fait hier a favorisé les déplacements, dont le nombre a peut-être été sans précédent. La campagne était pleine de promeneurs, tandis qu'en ville se voyaient beaucoup de personnes des villages voisins.

« ... A la gare, chaque train arrivant déposait quantité de voyageurs; sur le lac, les bateaux à vapeur avaient toutes leurs places prises. On nous dit que le funiculaire E.-P. a transporté hier 2086 voyageurs. (En 1894, le 24 juin, il transportait 2400 voyageurs, en 1895, le 23 juin, 2776 voyageurs.)

« ... Mais c'est dans les wagons du régional N.-C.-B. que la presse a été la plus grande. Malgré six trains supplémentaires, la foule semblait ne pas diminuer dans les gares, pendant qu'elle s'étouffait dans les voitures. Garnies jusque sur les marche-pieds, celles-ci avaient l'air de grappes humaines. Plus de 4000 voyageurs ont été transportés sur la ligne. »

Serait-il téméraire de compter 70 voyageurs par jour pour Chaumont ?

En 1895 il a été transporté :

327 000	voyageurs sur le	Tramway N.-St-B.
540 000	»	» Régional N.-C.-B.
178 000	»	» Funiculaire E.-P.
1 045 000	voyageurs.	

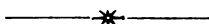
Le chiffre de 25 000 voyageurs pour Chaumont n'est donc pas exorbitant.

Quant aux personnes qui trouveraient excessive la somme de 560 000 fr. nécessaire pour une telle entreprise, je me bornerai à leur rappeler ce qui a été fait par d'autres localités.

Voici le compte de construction arrêté au 31 décembre 1895 par le Département fédéral des chemins de fer pour les lignes suivantes :

Le Viznau-Rigi a coûté (non compris		
la station Staffel-Kulm)	Fr.	2 268 760
L'Arth-Rigi, Goldau-Kulm	»	6 172 886
Le Schynige-Platte	»	2 918 413
Le Wengernalp	»	4 670 668
Le Generoso	»	1 930 192
Le Glion-Naye fr. 2 184 855 }		
Le Territet-Glion » 616 025 }	»	2 800 880
Le Bienne-Macolin	»	450 000
L'Uetliberg	»	1 580 000
Le Salève (y compris le tronçon de		
Verrier)	»	2 200 000

La ligne de Chaumont ne coûterait pas des millions. Espérons qu'avec le concours de chacun on arrivera en peu de temps à assurer l'exécution de cette petite ligne, pour le bien et la prospérité de la ville.



LA RAISSE

PAR G. RITTER, INGÉNIEUR

INTRODUCTION

Les eaux souterraines encore disponibles pour l'alimentation des populations du Jura deviennent de plus en plus rares, et d'ici à un quart de siècle il faudra s'adresser sûrement aux lacs et en élever les eaux pour satisfaire à leurs besoins croissants, à moins que l'on ne préfère se contenter des eaux souvent contaminées par les mélanges d'eau de surface des grandes sources, telles que la Reuse, le Doubs, la Serrière, l'Orbe, le Dessoubre, la Loue, le Lizon, etc.

Pour se rendre compte de la progression des besoins en eau, prenons par exemple la ville de Neuchâtel; on obtient la courbe figurée sur le graphique y relatif sur la planche annexée à ce mémoire.

En 1834, la ville dépensait 1000 à 1500 litres d'eau par minute, fournis par les sources de l'Ecluse, et diverses autres d'importance beaucoup moindre.

En 1864, on admettait (la grande Commission des eaux) 3000 litres comme volume nécessaire.

En 1885, on raillait ceux qui proposaient de s'assurer aux Gorges de la Reuse un volume supérieur à 4500 litres.

En 1895-1896, c'est-à-dire aujourd'hui, il faut 7000 litres d'eau d'alimentation pour satisfaire convenablement aux besoins de la ville, et cela sources de l'Ecluse et eaux de Valangin non comprises.

Pour la Chaux-de-Fonds, qui a commencé en 1887 avec 2000 litres et qui possède aujourd'hui 3000 à 4000 litres d'eau par minute pour son alimentation, il lui en faudra vers 1910, 7000 à 8000 litres très probablement.

Ajoutons à cette perspective celle de nombreuses localités à alimenter, qui n'ont pas suffisamment d'eau ou presque pas d'eau, comme Hauterive, La Coudre, Cortaillod, et d'autres plus importantes qui n'ont pas même encore de distribution d'eau, comme Le Locle, La Sagne, Les Brenets, Les Ponts, Cernier et son agglomération, etc., etc.

Il est assurément permis de conclure de cet état des choses et des probabilités en besoin d'eau, qu'il importe de prévoir que, s'il faudra pour Neuchâtel, en 1910, 7000 à 8000 litres d'eau de plus par minute et 3000 à 4000 litres d'eau de plus pour La Chaux-de-Fonds, soit ensemble 10 000 à 12 000 litres, il faudra à la même époque, au total, environ 15 000 à 20 000 litres d'eau supplémentaires pour satisfaire à tous les besoins du canton de Neuchâtel.

Où trouver ce grand volume d'eau nouvelle de source ?

M'étant occupé à rechercher les moyens d'alimenter la ville de Lausanne en utilisant les richesses hydrologiques du Jura vaudois, j'ai été amené à examiner et à étudier l'une des plus puissantes et intéressantes sources de celui-ci, c'est-à-dire la source de la Raisse près de Concise, venant sourdre du rocher au bord

du lac sur territoire vaudois, à trois quarts de kilomètre de la frontière neuchâteloise. Je proposais à la ville de Lausanne d'élever ces eaux au moyen des forces motrices de l'Orbe, dont je suis concessionnaire pour une partie, et de les dériver, en traversant le Gros-de-Vaud, depuis Concise jusqu'à Lausanne, tout en alimentant diverses localités intermédiaires; mais, malgré des propositions plus avantageuses que celles des promoteurs des projets concurrents, c'est-à-dire de la dérivation des eaux du Pays d'En-Haut, propositions plus avantageuses soit comme puissance, soit comme prix de distribution de la force, de l'eau et de la lumière électrique, mon projet n'a pas obtenu la préférence, en raison des mécanismes élévatoires des eaux, qui effrayèrent les autorités municipales de Lausanne, malgré des exemples concluants, comme ceux de Fribourg, Genève et La Chaux-de-Fonds, démontrant les prix minimes de revient d'un semblable travail mécanique et la réussite certaine d'un pareil projet.

Ayant donc aujourd'hui les coudées franches du côté de Lausanne, ville à laquelle je destinais les eaux de la Raisse, que j'ai acquises conditionnellement, je me suis tout de suite occupé d'en faire bénéficier les localités vaudoises voisines et le canton de Neuchâtel, auxquels j'offre les dites eaux, avec des moyens mécaniques élévatoires provenant d'une autre source que l'Orbe, c'est-à-dire de la Noiraigue.

Tel est le problème que je me suis posé et pour la solution duquel l'Etat de Neuchâtel est aujourd'hui nanti de propositions formelles.

J'entre maintenant en matière sur l'étude hydrologique des sources de la Raisse.

PREMIÈRE PARTIE

HYDROLOGIE DES SOURCES DE LA RAISSE

Causes de l'existence des sources.

Dans diverses communications faites précédemment, j'ai présenté à notre honorable Société plusieurs études concernant la formation des sources du Jura neuchâtelois et, notamment dans celle lue ici le 15 juin 1893, j'ai passé en revue les sources que j'appelle néocomiennes et qui, du Landeron à Saint-Aubin, enrichissent d'une alimentation d'eau assez abondante depuis des siècles toute cette région.

Dans cette description des causes hydrologiques de la formation de ces diverses sources, j'explique entre autres ce qui se passe avec la Serrière, et je distingue cette source importante des sources néocomiennes, c'est-à-dire de celles formées par l'accumulation des eaux dans une côte perméable du jurassique supérieur, où les eaux absorbées sont retenues par l'oxfordien marneux sous-jacent, qui les force à descendre jusqu'à leur niveau d'accumulation complète, c'est-à-dire de recouvrement par les marnes néocomiennes qui les encaissent à des niveaux variables le long de la chaîne jurassique (voir fig. 1).

La Serrière absorbe non seulement la part qui lui revient du système hydrologique souterrain ci-dessus de la chaîne sud de Chaumont-Serroue, part limitée par les sources de l'Ecluse à l'est et les sources du

ravin du Merdasson à l'ouest, qui lui font concurrence en saignant le même bassin, mais pour la grande inasse de ses eaux, cette rivière est alimentée par la nappe souterraine du jurassique supérieur du Val-de-Ruz, formant cuvette sous le tertiaire et le quaternaire de cette vallée, avec affleurements absorbants couverts de forêts sur presque tout son pourtour, de Chasseral, Chaumont, Serroue à La Tourne au sud, et de La Tourne, le Mont-Racine, Tête-de-Ran, le Mont-d'Amin, la Joux-du-Plâne à Chasseral au nord.

Les eaux du Val-de-Ruz ont ainsi pour émissaires :

1^o Le Seyon, qui évacue les eaux de surface ainsi que celles des nombreux filets d'eau et sources émergeant sur tout le pourtour du vallon; filets et sources qui sont les trop-pleins de ce que la cuvette souterraine ne peut débiter.

2^o La Serrière, qui sert d'émissaire souterrain aux eaux remplissant les cavités, vides et fissures de la cuvette, eaux qui peuvent s'écouler souterrainement grâce à la cluse des gorges du Seyon, dont la fissure génératrice primitive, traversant la chaîne de Serroue-Chaumont, s'est creusée avec le temps par l'érosion dissolvante des eaux qui y trouvèrent dès l'origine un passage.

Lorsqu'à la fin du tertiaire, le Val-de-Ruz était un estuaire ou fjord des mers qui ont déposé ce terrain sédimentaire, la chaîne de Chaumont-Serroue émergeait des eaux et était également baignée par celles-ci, tant au sud qu'au nord. Mais, lorsque les forces orogéniques puissantes de la fin du tertiaire, qui ont presque achevé les soulèvements et les plissements de cette chaîne, placèrent le Val-de-Ruz à un niveau supérieur à celui des eaux de la mer en retraite, les

eaux de ce vallon ou peut-être pendant un certain temps d'un lac quaternaire qui pouvait s'y être formé, trouvèrent un écoulement par la dépression des gorges du Seyon. Or, cette dépression correspondant à la fracture due probablement aux dernières forces soulevantes et plissantes formatrices du Jura, il en résulta au travers de cette fissure un passage souterrain d'eau considérable, qui ne fit que croître avec le temps, et mettre à sec le lac quaternaire dans lequel, en certains points, comme à Coffrane, les arrivages glaciaires venaient se laver et se trier, en formant ces atterrissements de sable presque pur que l'on y exploite avec avantage.

Pour se rendre compte de l'action dissolvante des eaux sur l'écorce terrestre, un petit calcul sera ici en place. En admettant pour la Serrière un débit moyen de un mètre cube par seconde, eau chargée de 200 milligrammes de calcaire par litre, soit de 200 000 milligrammes par mètre cube, on arrive à ce résultat que chaque mètre cube d'eau de pluie écoulée enlève au sous-sol 200 grammes de calcaire, soit $\frac{1}{5}$ de kilogramme. Le calcaire pesant au plus 2000 kilogrammes le mètre cube, il faut le passage en sous-sol de 10 000 mètres cubes d'eau de pluie pour produire une excavation ou une érosion de un mètre cube de matière terrestre.

A raison de un mètre cube par seconde en moyenne, soit 86 400 par jour, la Serrière enlève donc aux terres et roches traversées environ $8 \frac{1}{2}$ mètres cubes de matières par jour, soit 3100 mètres cubes par année.

Pour l'enlèvement de 100 000 mètres cubes, il lui a fallu $\frac{100\,000}{3100} = 32 \text{ à } 33$ années environ.

Ce cube énorme représente une fissuration de 5 kilomètres de longueur avec 20 mètres de section vide; toutefois, il faut ajouter ici que la majeure partie du calcaire dissous provient de l'imprégnation totale dès la chute sur terre de l'eau de pluie à son arrivée dans le lac, où elle perd un tiers environ de sa teneur en calcaire et ne provient pas seulement d'érosion de fissures souterraines.

La Serrière, si intéressante par l'histoire de sa formation, son mode de fonctionnement, son action souterraine érosive, cette rivière a une sœur, dont l'histoire et les fonctions hydrologiques sont similaires, c'est la Raisse, source dont je vais vous entretenir.

Imaginez que le plissement concave situé entre le Mont-Aubert et la chaîne du Creux-du-Van-Chasseron soit un Val-de-Ruz incliné de l'ouest à l'est, rempli à un certain niveau, comme son congénère, de terrains quaternaires; puis figurez-vous que le ruisseau de Vaumarcus représente le Seyon, qui enlève à cette région concave ou synclinale, qui nous occupe, ses eaux de surface; nous trouverons la Serrière souterraine représentée ici par la Raisse.

Le massif du Mont-Aubert en se soulevant a sollicité le crétacé du littoral à s'étendre ou à se déchirer pour faire place aux masses jurassiques émergentes souterraines; de là des fissurations considérables, et comme le point d'action maximum se trouvait précisément là où la convexité du massif soulevé est le plus prononcée, c'est-à-dire à la Raisse et à la Lance, là se trouvent aussi les fissures principales du crétacé, enveloppant le pied du Mont-Aubert.

Les fissures de la Raisse sont à une altitude moins élevée, ou plutôt descendent plus bas que celles de

la Lance; elles donnent par suite passage aux eaux souterraines des bancs du jurassique perméable, d'une manière permanente, tandis que les fissures de la Lance, dont l'altitude est supérieure, ne laissent échapper de l'eau que lorsque celles de la Raisse ne suffisent pas au débit.

Telle est en deux mots la cause de la formation du système géologique, base de l'hydrologie des eaux de la région nord, nord-est et sud du Mont-Aubert, en même temps que d'une zone assez considérable de la chaîne Creux-du-Van-Chasseron, depuis la frontière neuchâteloise à la forêt de l'Envers, au nord de Mauborget (voir fig. 4).

La Raisse est donc la source fixe et stable des eaux souterraines, avec la Diaz pour trop-plein, et le ruisseau de Vaumarcus évacue les eaux de surface du bassin qui les alimente les trois.

Bassin hydrologique de la Raisse, et surface alimentaire.

La surface alimentaire des belles sources dont il s'agit ici est d'environ 30 à 35 kilomètres carrés, et forme un triangle dont le Creux-du-Van, la Raisse et le Bois-de-la-Vaux, au nord de Mauborget, forment les trois sommets.

Les deux premiers sommets de la surface sont reliés par une ligne plus ou moins sinueuse, dont l'altitude varie de 1430 à 1250 mètres, pour — de déclivité en déclivité — aboutir à la Raisse à la cote 436 environ sur mer.

Au sud, le triangle alimentaire comprend le Mont-Aubert presque en entier et sa jonction avec la chaîne principale du Jura, c'est-à-dire la chaîne tendant du Creux-du-Van ou Montagne de Boudry au Chasseron,

forme un long et vaste chenal incliné, avec une ligne de plus grande pente, parfois très ondulée et souvent à pente très réduite, ce qui est des plus favorable à la retenue et à la descente lente des eaux souterraines (fig. 2 et 3).

En travers, les diverses coupes que l'on peut faire du bassin hydrologique et hydrographique présentent, en de multiples endroits, les mêmes accidents ondulatoires, et la fig. 3 donne une idée de la difficulté de descente des eaux absorbées et, par suite, leur lenteur et leur faible vitesse de cheminement pour arriver à leur point d'émergement, soit à la Raisse.

J'ajoute que les alternances marneuses assez fréquentes qui séparent certains bancs du jurassique supérieur, surtout dans l'astartien, augmentent les difficultés de cheminement de l'eau et font de ce bassin, par sa configuration orographique accidentée, l'un des plus propices à une régularisation très grande des eaux, quel que soit le temps qui s'écoule entre deux chutes d'eau atmosphérique ou entre deux périodes pluvieuses séparées par une période de sécheresse.

D'autre part, le quaternaire qui remplit le fond du ravin est formé de matériaux de transport glaciaires entrecoupés d'amas graveleux et limoneux qui se laissent pénétrer comme une éponge par l'eau, mais la transmettent lentement et peu à peu aux bancs absorbants du jurassique sur lesquels ils reposent, autre circonstance favorable à une proportion d'eau de pluie absorbée peu commune, et de là aussi la pauvreté en eau du ruisseau de Vaumarcus, presque à sec les trois quarts de l'année, malgré le vaste bassin hydrographique dont il est l'émissaire superficiel.

En effet, la Raisse débite un volume de 20 000 à 30 000 litres par minute; or, en évaluant la surface alimentaire à 35 kilomètres carrés, ce qui correspond à 35 000 000 de mètres cubes d'eau tombée annuellement, en admettant une chute de un mètre, et divisant ce chiffre par 525 600 minutes que comporte l'année, on arrive à environ 44 % d'eau absorbée par le bassin hydrologique, contre 56 % employés par l'évaporation, l'absorption végétale et enfin l'écoulement superficiel, fait et proportions assurément bien rares dans la région!

Je compte 30 000 litres et non 20 000, car en ajoutant à la moyenne le volume débité par la Diaz qui sert de trop-plein à l'eau souterraine alimentant la Raisse, on dépassera sûrement le chiffre de 30 000 litres par minute.

Une dernière circonstance augmente la faculté d'accumulation du bassin et par suite la régularisation des eaux souterraines qui alimentent la Raisse: c'est que le Mont-Aubert, en se soulevant, a refoulé cette presque île ou plutôt ce contrefort montagneux et a fait prendre de l'étendue à ses bancs extérieurs; il en est évidemment résulté une fissuration considérable de ces bancs extérieurs enveloppant cette montagne sur tout le pourtour, de là des cavités multiples, des fissures sans nombre et un craquelage de la masse, enrichissant celle-ci d'une contenance énorme en espaces vides disponibles pour la réception des eaux souterraines, et cela peu au-dessus et avant leur arrivée à l'exutoire de la Raisse.

Pour toutes ces raisons, il n'est point étonnant que la Raisse soit une des sources les plus stables du Jura; aussi en 1893, lorsque les délégués de la ville

de Lausanne vinrent, pendant la sécheresse calamiteuse dont notre siècle n'avait pas encore fourni d'exemple pareil, examiner les sources de la Raisse, ils furent véritablement stupéfaits du brillant volume et du débit peu variable des eaux de cette source.

Résumant cette partie de mon étude, je dirai donc que la singulière configuration géologique et orographique du Mont-Aubert, qui a forcé à l'extension lors de son soulèvement et par suite à une fissuration prolifique les bancs absorbants du jurassique formant le bassin alimentaire de la Raisse et de la Diaz, jointe à l'ondulation accentuée de ces mêmes bancs alimentaires qui retiennent les eaux en les forçant à cheminer lentement vers leur point d'émergement, sont des circonstances absolument exceptionnelles auxquelles la Raisse doit sa faible variabilité de volume, en même temps que son abondance d'eau en toute saison.

Débit de la source et émergement des eaux.

La Raisse n'a point été jaugeée d'une manière exacte jusqu'ici, pour la bonne raison que son émergement des bancs d'urgonien d'où elle sort se produit sur environ cent cinquante mètres d'étendue.

Sur cet espace, le rocher laisse échapper partout des filons d'eau, et celle-ci arrivant dans les graviers de la grève se perd en grande partie immédiatement par infiltration dans ces graviers.

Il faudrait donc un travail considérable et coûteux, semblable à celui figuré dans la coupe (fig. 5), pour arrêter les eaux, les accumuler derrière une digue

en béton de ciment et enfin les jauger au moyen d'orifices d'écoulement.

Des estimations faites par divers techniciens (experts envoyés par la ville de Lausanne, d'un côté, et d'un autre par les maisons Escher-Wyss, de Zurich, et Alioth, de Bâle, qui étaient intéressées à mes projets), ont fixé approximativement le volume fourni par les sources de 25 000 à 30 000 litres par minute.

Ce volume est plus qu'équivalent à la totalité des eaux qui alimentent les principales localités du canton de Neuchâtel réunies.

Je ne crains pas d'affirmer que là se trouve pour l'avenir de notre canton et des villages vaudois voisins, et pour une durée d'un demi-siècle au moins, la source inépuisable qui assurera toute la contrée contre une pénurie d'eau alimentaire, moyennant, bien entendu, une élévation mécanique économique de ces eaux.

Tel est aussi, à ce point de vue spécial, la solution que renferment mes propositions à l'Etat de Neuchâtel.

Quant aux particularités que présentent les conditions d'émergence des eaux de la Raisse, il y a d'abord le fait curieux dont j'ai donné l'explication, de voir les sources jaillir en un point le plus saillant du littoral, alors que presque toutes les sources fournies par la côte, de Neuveville à Yverdon, s'échappent généralement de points bas et plutôt en retrait, ou de ravins et de ruaux échancrant les crêts du terrain crétacé; ainsi en est-il au Landeron, à Cressier, à Cornaux, à Saint-Blaise, à Hauterive, à Monruz, à l'Ecluse, à Serrières, avec les particularités spéciales à cette source que j'ai indiquées, au Merdasson, à Gorgier, à Saint-Aubin, à Bonvillars, etc., etc.

Un second fait est celui de voir le nombre considérable de filons d'eau qui forment l'émergement des eaux souterraines à la Raisse. A côté de deux ruisseaux et de plusieurs sources très abondantes, le rocher laisse échapper, comme par une vraie écu-moire, une quantité d'eau considérable sur environ 140 à 150 mètres d'espace, et cela tient bien certainement au fait que c'est en cet endroit que les couches extérieures du Mont-Aubert ont subi le grand effort de leur changement de déclivité. Du côté du lac, les bancs du crétacé ont conservé une faible inclinaison, tandis que depuis les sources de la Raisse et de la Diaz en amont, cette déclivité augmente assez brusquement.

Il existe évidemment entre les fractures rayonnantes et perpendiculaires à la côte sud du Mont-Aubert en ce point des jonctions dans le sens parallèle, dues au changement d'allure ou d'inclinaison des couches du rocher absorbant d'où émergent les eaux (voir fig. 3).

Dans tout ce réseau de fissures, cavernes et vides, les orifices de la Diaz sont plus élevés de quelques mètres que ceux de la Raisse, de là les fonctions de trop-plein dévolues à la Diaz, alors que la Raisse fait fonction de robinet de fond et bénéficie, comme je l'ai déjà dit, d'une constance en débit des plus remarquable.

Qualité des eaux de la Raisse.

Les eaux de cette source sont toujours limpides, pures et fraîches.

Leur composition chimique, déterminée par le laboratoire cantonal de Neuchâtel, se résume comme suit :

	Kilogrammes par litre
Résidu d'évaporation	240
Résidu de calcination	210
Matières organiques par différence	30
Dites oxydables	15
Azotates.	2,4
Azotites	0
Ammoniaque	0
Sulfates, presque.	0
Chlorures	2

Conclusion.

Présente la composition d'une eau potable de première qualité.

Neuchâtel, le 2 septembre 1893.

Le chimiste cantonal,

(Signé) D^r O. BILLETER.

Il semblerait que la teneur des eaux en calcaire se rapprochât de la limite admissible et que les eaux de la Raisse dussent donner facilement lieu à des incrustations et dépôts; il n'en est rien et aucune trace de semblables dépôts ne se remarque dans la zone des cent mètres d'émergence de la source, pas plus que dans la conduite alimentaire de la fontaine du Moulin, établie depuis plus de trente années. Au reste, un long parcours en aqueduc avec séjour dans des réservoirs, puis reprise de pression dans la conduite d'une distribution, c'est-à-dire exaltation des facultés dissolvantes de l'air, ne sont pas des conditions comparables à celle de l'ancienne distribution d'eau de Neuchâtel au moyen de la nocive et impure eau du Seyon; non seulement cette eau était riche en calcaire

dissous et par conséquent dure, mais elle était souvent riche en matières tenues en suspension et fréquemment d'un trouble peu rassurant. L'eau de la Raisse présente toujours une limpidité complète, comparable à celle de nos meilleures sources de la Reuse.

Analyse bactériologique.

Malgré l'impossibilité de prendre de l'eau assez avant dans la masse rocheuse qui la fournit et sur laquelle se trouve le hameau de la Raisse, qui laisse assurément pénétrer parfois des eaux ménagères sales dans les fissures du rocher, j'ai fait procéder à l'analyse bactériologique des eaux de la source, et voici le résultat de trois séries d'analyses, A, B, C, faites le 24 juillet 1893, concernant diverses sorties d'eau :

		Germs par centimètre cube				Moyennes
A. Source de la grotte	}					
4 essais		61	30	75	77	61
Température, 10°,2						
B. Source de la fontaine	}					
4 essais		67	69	82	66	71
Température, 10°,2						
C. Source de la grève	}					
4 essais		52	57	44	63	54
Température, 10°						

Résumé des conclusions du chimiste, annotées sur les bulletins d'analyse.

Vu les conditions de l'analyse, le nombre de microbes trouvés dans l'eau de la source A doit être considéré comme peu élevé.

Vu les conditions de l'essai et la saison, le nombre de microbes trouvés dans l'eau de la source B doit être considéré comme peu élevé.

Le nombre de microbes trouvé dans la source C dépasse à peine celui qu'on trouve dans les sources les plus pures.

(Signé) Dr O. BILLETER.

Si l'on compare ces résultats avec ce qui se passe ailleurs, à Paris par exemple, où le Dr A.-J. Martin, inspecteur général du service d'assainissement de la capitale, donne les chiffres suivants dans son récent rapport sur la filtration des eaux, on trouve :

Moyenne, par centimètre cube d'eau, des essais officiels de l'année faits par M. Miquel, bactériologiste bien connu :

Eau de la Vanne	1 135 bactéries
» de la Dhuis	3 900 »
» de l'Avre	1 525 »
» de l'Ourcq	74 850 »
» de la Marne	80 580 »

Quant à celle de la Seine, employée parfois encore aujourd'hui pour l'alimentation, on n'ose donner les chiffres vraiment trop effrayants. Aussi le Dr P. Miquel a-t-il admis une échelle rassurante pour les buveurs d'eau parisiens. La voici, elle est décimale :

		Par centimètre cube d'eau	
Eau excessivement pure	de	0 à	10 bactéries
Eau très pure		10	100 »
Eau pure		100	1 000 »
Eau médiocre		1 000	10 000 »
Eau impure		10 000	100 000 »
Eau très impure		100 000 et au-delà	»

Les eaux de la Raisse sont donc, d'après cette échelle, très pures, et si les Parisiens pouvaient en user ils se croiraient la population la plus favorisée du ciel sous le rapport de l'eau d'alimentation.

Il est clair que lors de la captation des eaux pour leur utilisation, les eaux de surface de la route et du hameau qui s'écoulent au lac à la Raisse, dans le voisinage des sources, seront soigneusement canalisées à part, de manière à empêcher tout contact avec l'eau de ces dernières.

La température des eaux de la Raisse, de 10° centigrades environ, presque fixe toute l'année, démontre encore que l'on a affaire à un bassin hydrologique alimentaire profond, et que la chaleur centrale de la Terre élève quelque peu cette température en raison de cette grande profondeur.

La coupe (fig. 3) et la carte de la surface alimentaire font voir qu'il s'agit ici aussi en général d'eau tombée sur des régions forestières ou de pâturages de montagne, où aucune contamination n'est possible; en second lieu la durée de pénétration des eaux dans le formidable massif jurassique supérieur de 300 à 400 mètres cubes de puissance, leur long séjour souterrain avec agitation due à leur descente de chute en chute sur 800 à 1000 mètres de hauteur, rend l'oxydation et la purification de ces eaux complète, enfin le recouvrement des bancs absorbants de la surface alimentaire par de puissants amas de quaternaire dans les deux uniques localités du dit bassin, c'est-à-dire de Mutrux et de Provence, forcent les eaux salées à s'y écouler dans le ruisseau de Vaumarcus, sans contact aucun avec la nappe souterraine alimentaire des sources de la Raisse.

Telles sont, brièvement résumées, les causes exceptionnelles de pureté des eaux de ces sources.

Voilà suffisamment d'explications et de démonstrations géologiques ou hydrologiques, chimiques et bactériologiques, pour prouver l'excellence des eaux de la Raisse, ainsi que les causes de leur abondance et de la fixité très grande de leur débit. On ne saurait donc trouver mieux pour satisfaire à nos besoins futurs. Reste la question de leur dérivation et de leur distribution.

DEUXIÈME PARTIE

UTILISATION DES EAUX DE LA RAISSE

Alimentation de Neuchâtel et de La Chaux-de-Fonds.

La ville de Lausanne ayant décliné les offres faites pour son alimentation nouvelle au moyen des eaux abondantes de la Raisse pour les motifs que j'ai précédemment indiqués, j'ai pensé que les autorités cantonales neuchâteloises, après la brillante réussite du projet que j'ai imaginé avec pompage à 500 mètres pour alimenter La Chaux-de-Fonds, seraient moins effrayées d'une élévation mécanique des eaux de la Raisse, et ne demanderaient pas mieux que de s'intéresser à l'utilisation des eaux de cette source, pour assurer aux principales localités du canton de l'eau en abondance.

La Raisse, située à douze kilomètres de l'aqueduc des Gorges de la Reuse, qui alimente Neuchâtel en

contournant la Montagne de Boudry, et à seize kilomètres du puisard des pompes de La Chaux-de-Fonds, pourrait être dérivée facilement de manière à se déverser dans ces deux artères alimentaires des deux principales localités du canton.

Avec un aqueduc qui coûtera environ 50 francs le mètre pour Neuchâtel, soit 600 000 francs, et quatre kilomètres de conduite qui coûtera 30 francs, soit 120 000 francs, on pourra déverser dans l'aqueduc de Neuchâtel 8000 à 10 000 litres d'eau par minute, et dans le puisard des pompes de La Chaux-de-Fonds 4000 à 5000 litres d'eau nouvelle.

Pour résoudre ce problème, il faut de la force motrice pour élever les eaux de la Raisse à la cote 650 environ sur mer; comme cette source émerge à la cote de 435 ou 436 sur mer, il faudra l'élever de 215 ou 220 mètres, y compris le frottement dans les conduites de refoulement.

Où trouver la force pour élever les 12 000 à 15 000 litres d'eau nouvelle à cette hauteur, maintenant que toutes les grandes forces motrices du canton sont concédées? C'est la Noiraigue que je me permets de proposer pour remplir ce but au moyen de ses forces cachées et souterraines.

Elévation des eaux de la Raisse, au moyen des forces motrices de la Noiraigue.

J'ai demandé à l'Etat de Neuchâtel la concession des forces cachées de la Noiraigue, depuis la vallée des Ponts à sa sortie des roches du Val-de-Travers, jusqu'à Noiraigue.

Aujourd'hui, je propose à l'Etat de réserver ces

belles forces, représentant environ 1000, peut-être 1200 chevaux, pour les employer, lorsque le besoin s'en fera sentir, à élever les eaux de la Raisse.

Force nécessaire.

Pour élever un litre d'eau à 220 mètres, il faut théoriquement 220 kilogrammètres, et pratiquement, avec des pompes rendant 85 % $\frac{220 \times 100}{85} = 258,83$

kilogrammètres environ; pour élever 10 000 litres d'eau par minute, il faudra 2 588 300 kilogrammètres et en chevaux $\frac{2\,588\,300}{75 \times 60} = \frac{2\,588\,300}{4500} = 575$ HP.

Pour obtenir à la Raisse 575 HP sur l'arbre d'un récepteur électrique, il faut à Noiraigue $\frac{575}{65} \times 100 = 885$ HP hydrauliques sur l'arbre des turbines.

Si la Noiraigue peut donner 900 HP, on aura 10 000 litres élevés; avec 1000 HP, on aura 11 110 litres élevés, soit $\frac{1}{9}$ de plus; avec 1300 HP, on aura 13 330 litres élevés.

Je ne veux pas m'aventurer au-delà, mais je suis à peu près certain d'arriver sûrement aux 10 000 litres, et j'ai quelque espoir d'aboutir au dernier chiffre de 13 000 litres d'eau élevée, *peut-être* même à 15 000 litres.

Vous me permettrez, Messieurs, de me taire ici sur le traitement que je me propose de faire subir aux eaux souterraines de la Noiraigue pour en extraire le millier de chevaux de force que je prétends tirer des flancs de la montagne, où cette force se perd en usure et excavation de rocher par érosion et dissolu-

tion, ce qui est assurément d'un mince profit pour les Neuchâtelois.

Le transport de la force de Noiraigue à la Raisse est par contre un problème fort simple aujourd'hui, grâce aux perfectionnements des applications de l'électricité. La distance de Noiraigue à la Raisse est de douze kilomètres.

Donc tous les éléments de succès et de viabilité du projet que je propose pour assurer au canton de Neuchâtel de l'eau nouvelle et excellente, pour l'alimentation de ses principales localités, tous ces éléments existent, et je justifierai par le dépôt d'un projet entre les mains de l'Etat ce que j'avance ici, si toutefois celui-ci juge à propos d'accepter les propositions que je lui ai faites concernant cette affaire.

Coût de l'entreprise.

Elle peut se résumer comme suit :

Forces de la Noiraigue.	Fr. 1 300 000
Transp. de force de Noiraigue à la Raisse	» 150 000
Pompes et accessoires, bâtiment, captage, etc.	» 250 000
Aqueducs de dérivation et conduite pour La Chaux-de-Fonds	» 720 000
Achats divers et imprévu	» 180 000
Total	<u>Fr. 2 600 000</u>

Coût de l'eau.

Intérêts du capital 3 %	Fr. 78 000
Frais annuels	» 30 000
Total	<u>Fr. 108 000</u>

Pour 10 000 litres d'eau, le prix de revient annuel par litre sera de 10 fr. 80.

Pour 13 000 litres, 8 fr. 30.

Ce prix est moins élevé que celui des eaux actuelles de Neuchâtel et de La Chaux-de-Fonds. En vendant l'eau aux Communes 20 à 25 francs le litre-minute annuel ou 15 francs le mètre cube journalier annuel, volume que les Communes vendent 40 francs le mètre cube, ou 50 à 60 francs le litre, aux abonnés, l'entreprise sera prospère et chacun sera satisfait.

Sous le rapport de l'eau d'alimentation, l'avenir serait donc assuré chez nous.

CONCLUSIONS

Au moyen de l'aqueduc Raisse-Gorges de la Reuse, on pourra distribuer de l'eau à toute la contrée, de Vaumarcus à Cortaillod.

Au moyen de l'aqueduc des Gorges, Neuchâtel recevant la nouvelle eau à Numet, on pourra, moyennant entente avec les autorités de la ville, prolonger la distribution en étendant son réseau jusqu'à La Courde, Hauterive, Saint-Blaise et Cornaux. L'alimentation de La Chaux-de-Fonds sera assurée pour une nouvelle période d'un demi-siècle, car cette localité pourra étendre son réseau à volonté.

Il y aura aussi possibilité d'utiliser les forces de la Reuse concédées aux Communes du Val-de-Ruz, entre les Clées et Boudry, pour alimenter le Val-de-Ruz, de Rochefort à Cernier, Dombresson, etc., etc.

La Raisse fournirait facilement l'eau nécessaire à ce nouveau réseau, indispensable pour la moitié des villages du Val-de-Ruz.

Enfin, les Communes vaudoises de la région Concise-Grandson pourraient être alimentées par le réservoir récepteur de l'élévation des eaux de la Raisse, réservoir qui serait situé à la cote 650 environ sur mer.

L'énoncé de ces possibilités en dit plus que tout ce qu'on pourrait ajouter sur les avantages du nouveau projet proposé, et je termine en disant qu'il faut arriver à mettre en mains de nos ménagères neuchâtelaises et vaudoises de la région, à prix modéré, un robinet d'eau pure, limpide et fraîche pour alimenter chaque ménage ou famille.

Tel est le rêve à la réalisation duquel il faut absolument arriver; les eaux de la Raisse permettront, si on veut bien les utiliser à cet effet, d'inscrire dans le livre futur des conditions économiques de notre canton de Neuchâtel :

PAS DE MÉNAGE SANS EAU SUR L'ÉVIER!



LETTRES INÉDITES DE LOUIS AGASSIZ

PAR L. ISELY, PROF.

La bibliothèque de notre Académie a reçu dernièrement le fascicule 2, vol. I, du *Boletim do Museu paraense de Historia natural e Ethnographia*. En consultant le sommaire des matières qui y sont contenues, nos regards furent irrésistiblement attirés par le titre : *Cartas ineditas de Louis Agassiz*, d'un article portant la signature de M. le Dr Emilio Goeldi, directeur du Musée de Pará. Inutile d'ajouter que nous nous empressâmes d'ouvrir la livraison à la page indiquée et de lire la note explicative qui précède les lettres de notre illustre compatriote.

M. Goeldi commence par rendre un respectueux hommage à la mémoire du savant naturaliste, puis rappelle, en quelques lignes, dans quelles circonstances son voyage au Brésil a été entrepris. Agassiz lui-même, dans sa préface du *Voyage au Brésil*, s'exprime de la sorte :

« Dans le courant de l'hiver de 1864 à 1865, ma santé se trouva assez gravement altérée pour qu'on me prescrivit d'abandonner tout travail et de changer de climat. On agita, autour de moi, la proposition d'un voyage en Europe; mais l'attrait qu'il devait y

avoir pour un naturaliste à se retrouver au sein de l'actif mouvement scientifique dont le vieux monde est le théâtre était justement un obstacle; ce n'était pas là qu'il fallait aller chercher le repos de l'esprit.

« D'ailleurs, j'étais poussé vers le Brésil par un désir de presque toute ma vie. A l'âge de vingt ans, quand je n'étais encore qu'un étudiant, Spix étant mort, j'avais été chargé par Martius de décrire les poissons recueillis au Brésil par ces deux célèbres voyageurs. Depuis lors, la pensée d'aller étudier cette faune dans le pays même m'était bien des fois revenue à l'esprit; c'était un projet sans cesse ajourné, faute d'une occasion opportune, mais jamais abandonné. Une circonstance particulière ajoutait à l'attrait de ce voyage. L'empereur du Brésil, qui s'intéresse profondément à toutes les entreprises scientifiques, avait témoigné une vive sympathie pour l'œuvre à laquelle je me suis consacré en fondant aux Etats-Unis un grand Musée zoologique; il y avait même coopéré par l'envoi de collections, réunies d'après son ordre dans ce but exprès. Je savais donc pouvoir compter sur la bienveillance du souverain de ce vaste empire, pour tout ce qui concernerait mes études.

« C'étaient là des perspectives bien séduisantes... »

Si séduisantes, qu'Agassiz ne put y résister, heureusement pour la science. Il partit de New-York, le 1^{er} avril 1865, accompagné d'une douzaine d'aides et de collaborateurs, parmi lesquels le dessinateur Jacques Burkhardt, ami personnel et ancien compagnon d'études du savant à Munich. Un généreux Américain, M. Nathaniel Thayer, avait pris tous les frais de l'expédition à sa charge. Agassiz fut absent quinze

mois; les trois premiers se passèrent à Rio-de-Janeiro, « dans le voisinage de sa magnifique baie et dans les montagnes qui l'entourent ». (*L. Agassiz. Sa vie et sa correspondance*, par M^{me} Elizabeth-C. Agassiz, traduction française de M. Auguste Mayor, p. 489.) Les dix mois suivants se passèrent dans la région de l'Amazone, qui offrait tout le charme des contrées tropicales, et Agassiz, qui n'était pas moins admirateur des grandes scènes de la nature que naturaliste, en fut vivement impressionné (ouvrage déjà cité). Les lettres autographes que publie M. Goeldi dans le Bulletin du Musée de Pará se rapportent toutes à cette partie de son voyage. Ces lettres, écrites en français, sont au nombre de douze. Trois d'entre elles, imprimées en petits caractères dans le *Boletim*, ont déjà paru dans le *Voyage au Brésil*, ce récit si intéressant dû à la collaboration de M^{me} et M. L. Agassiz (édition originale anglaise, *Journey in Brazil*, 1868, pages 157, 164, 194; traduction française, Félix Vogeli, 1869, pages 169, 175 et 204). Les neuf autres n'ont jamais été publiées. M. Goeldi a jugé à propos de les insérer dans le *Boletim*, et leur présence dans cette utile publication en rehausse la valeur. Toutes sont adressées à M. Pimenta Bueno, à Pará, directeur de la Compagnie brésilienne des paquebots à vapeur sur l'Amazone, qui, comme on le sait, facilita par tous les moyens possibles l'expédition du savant sur ce fleuve. Aussi son nom revient-il souvent sous la plume de M^{me} Agassiz. Le 11 août 1865, elle écrit :

« Vers trois heures on mouille l'ancre (c'était le 10 août) : mais un violent orage a éclaté, le tonnerre gronde, la pluie tombe à torrents, tout le monde reste

à bord, excepté le major Coutinho. Il va annoncer notre arrivée à son ami, M. Pimenta Bueno, qui a eu la bonté de nous offrir sa maison pour tout le temps de notre séjour. Ce matin la pluie a cessé; le temps est splendide; à sept heures deux embarcations viennent prendre à bord nous et notre bagage. Aussitôt à terre, nous nous dirigeons vers les vastes bâtiments où sont situés les bureaux et les magasins de M. Pimenta Bueno. Il a eu l'obligeance de faire préparer plusieurs grands et beaux ateliers pour servir de laboratoire et de magasins; à l'étage supérieur, des chambres fraîches, bien aérées, sont destinées au logement de nos compagnons. Les appareils de l'expédition ayant été mis en ordre, nous montons en voiture et nous nous rendons à la *chacara* (maison de campagne) de M. Pimenta. Cette élégante habitation est située à deux milles de Pará, dans la rue de Nazareth. Nous y sommes accueillis avec la plus extrême bonté. »

Le 20 août de la même année, L. Agassiz terminait comme il suit une lettre qu'il adressait à l'empereur du Brésil :

« Pour me faciliter l'exploration du fleuve, de Pará à Manáos, M. Pimenta Bueno, au lieu de m'acheminer par le steamer régulier, a mis à ma disposition, pour un mois ou six semaines, un des plus beaux bateaux de la compagnie, où je suis installé aussi commodément que dans mon musée à Cambridge. »

Les lettres que publie M. Goeldi dans le *Boletim* tombèrent, après la mort de M. Pimenta, entre les mains de M. Louis Cavalcanti d'Albuquerque, ancien

inspecteur des douanes de Manáos et de Pará, actuellement directeur du Tribunal des comptes, à Rio-de-Janeiro, et c'est par l'intermédiaire de M. José Verissimo, recteur du Gymnase national, que M. Goeldi fut avisé de leur existence. C'est aussi sur les conseils de ce dernier qu'il les fit paraître, en en respectant autant que possible le style et l'orthographe, qui parfois, il faut le reconnaître, laissent quelque peu à désirer. « Mais, comme le dit avec beaucoup de justesse et de tact M. Goeldi, ces légères imperfections sont explicables et pardonnables, si l'on songe aux nombreuses tribulations d'une expédition scientifique aussi fatigante, accomplie au milieu d'une foule polyglotte de collaborateurs de nationalités diverses. »

La première de ces lettres, dans l'ordre chronologique, est datée du 20 août 1865, à bord de l'*Icamabia*. Le même jour, Agassiz écrivait, comme il a été dit plus haut, à l'empereur dom Pedro pour lui rendre un compte succinct de ce qu'il avait observé de plus intéressant depuis son départ de Rio, et le remercier de l'accueil qu'il lui avait fait.

Cette première lettre à M. Pimenta, après quelques détails un peu vulgaires relatifs à l'organisation de l'expédition, se termine par les lignes suivantes :

« Nous sommes dans le ravissement du Roi des fleuves, et quant à notre accomodation (*sic*), elle surpasse tout ce que mes rêves les plus extravagants m'avaient fait entrevoir. Merci, mille fois merci pour moi et pour ma femme, sans compter tous mes compagnons de voyage.

« Dès que j'aurai quelque chose d'intéressant à vous communiquer, je vous en ferai part. Je dois dès

à présent ajouter qu'en revoyant toutes mes notes, je trouve que le nombre des espèces recueillies à Pará s'élève à 63, au lieu de 59; qu'il y a 18 genres nouveaux et 5 familles nouvelles, et que le nombre des espèces nouvelles s'élève à 49.

« Tout à vous de grand cœur. L. AGASSIZ. »

La deuxième lettre est datée du 21 août, au matin, *Rio Aturiá*, entre Breves et l'Amazone. Le même jour, M^{me} Agassiz inscrit dans le Journal du voyage les notes suivantes :

« Nous avons atteint hier soir notre première station, la petite ville de Breves. A la brune, nous retournons à bord, où nous attendaient une foule de jeunes garçons et quelques autres habitants plus âgés du village. Ils apportent des serpents, des poissons, des insectes, des singes. M. Agassiz est enchanté de cette première récolte, et il ajoute un nombre considérable d'espèces nouvelles à la collection des poissons amazoniens, déjà si nombreuse et si rare, qu'il a faite à Pará. Nous avons passé la nuit à Breves, et ce matin nous côtoyons de nouveau les îles, en remontant un canal qui porte le nom de *Rio Aturiá*. On peut se faire une idée de la largeur de l'Amazone, si l'on songe que beaucoup de canaux, courant entre les îles qui rompent l'immensité de sa largeur, semblent eux-mêmes de larges fleuves... »

Voici maintenant la teneur de la lettre d'Agassiz :

« Mon cher ami. Hier soir en arrivant à Breves, nous avons eu la bonne fortune d'obtenir trois espèces nouvelles, différentes de celles du Pará; toutes trois

ont été procurées par notre aimable commandant, qui met le plus grand zèle à faciliter nos recherches. Ces trois espèces constituent trois genres nouveaux, dont l'un appartient à la famille des Cyprinodontes et ressemble un peu au Taralhote, seulement la tête n'est pas aussi large. Les deux autres appartiennent à la famille des Gobioides et sont voisins de l'Eleotris du Pará. On les a apportés tous deux sous le même nom : *Amuré*, mais ils sont certainement différents de l'Amuré du Pará. Voilà donc trois genres nouveaux, confondus par les habitants du pays sous le nom d'Amuré :

« 1^o Un au Pará, nouveau genre intermédiaire entre les Gobioides et les Cichloïdes.

« 2^o Un à Breves, nouveau genre de la famille des Gobioides.

« 3^o Un autre à Breves, autre nouveau genre de la famille des Gobioides.

« Malheureusement, je n'ai que deux exemplaires de chaque espèce.

« De plus, nous avons obtenu deux espèces déjà trouvées au Pará : un Bagre et un Tarihyra.

« M. Burkhardt en a déjà dessiné deux ce matin. Vous pouvez dire au Dr Pinto qu'il va très bien, tout en lui faisant mes bien sincères amitiés.

« Tout à vous.

L. AGASSIZ. »

Ce pauvre Burkhardt, dont la santé était déjà bien chancelante avant son départ pour le Brésil, mourait dix mois après le retour de l'expédition aux Etats-Unis. Dans sa préface du *Voyage au Brésil*, Agassiz place la note suivante :

« A l'histoire de ce voyage reste lié, pour moi, un bien douloureux souvenir. M. Burkhardt, un ami et un compagnon de vingt ans, mourut dix mois après notre retour, des suites d'une maladie que le climat brûlant du Brésil avait non pas causée, puisqu'elle datait déjà de plusieurs années, mais aggravée sans aucun doute. Mes conseils ne purent rien contre son désir opiniâtre de venir avec nous, quoiqu'un tel voyage ne pût que lui être funeste. Il souffrit beaucoup durant notre séjour dans l'Amazone, mais je ne pus le décider à abandonner son travail. On verra, dans le cours de ce volume, combien pénible et importante fut la tâche qu'il accomplit. »

M. Jules Marcou, professeur de géologie à Cambridge (Massachusetts), écrit :

« Jacques Burkhardt, ce fidèle compagnon d'Agassiz, revint avec une santé si ébranlée qu'après dix mois de maladie à Cambridge, il mourut chez Mme Pauline Shaw, fille d'Agassiz. Poussée par son bon cœur et par le souvenir reconnaissant de la tendre amitié que l'artiste lui avait témoignée déjà à Neuchâtel, lorsqu'elle était encore enfant, et jeune fille, cette dame, malgré sa haute situation et sa richesse, vint elle-même au secours du vieillard (Agassiz et sa femme étaient alors absents) et le conduisit dans son propre équipage à sa belle maison de Jamaica-Plain, où il mourut après avoir reçu pendant quelques jours les soins les plus affectueux de son hôtesse. »

La cinquième lettre, publiée par M. Goeldi, contient ce passage qui intéresse d'une manière toute spéciale les sciences naturelles proprement dites :

« Je me félicite de penser qu'aujourd'hui nous nous arrêtons à Teffé pour y passer un mois. Ce qui m'a décidé à faire d'Ega (Teffé) mon quartier général, c'est qu'en passant pour aller à Tabatinga j'y ai trouvé un Acará qui porte ses œufs dans sa bouche et dont les petits se développent dans cette position jusqu'à ce qu'ils soient en état de se suffire à eux-mêmes. Ce phénomène est tellement inattendu et extraordinaire que je désire l'étudier en détail. ¹ »

Le 15 septembre de cette même année, M^{me} Agassiz écrit :

« Voilà deux ou trois jours qu'on agite vivement la question de savoir comment il conviendra de répartir les membres de notre petite compagnie, lorsque nous serons arrivés à Tabatinga. M. Agassiz en est fortement préoccupé; doit-il renoncer au projet de continuer personnellement l'étude des poissons de l'Amazonie supérieur et poursuivre sa route jusqu'au Pérou, afin de visiter le premier éperon des Andes, de s'assurer s'il se rencontre dans les vallées quelques vestiges de glaciers et de faire, en même temps, une collection de poissons propres aux cours d'eau des montagnes? — Depuis plusieurs jours le doute et l'indécision à cet égard troublaient et les veilles et le sommeil de M. Agassiz, si vif est son désir de tirer le parti le plus avantageux de son temps et des facilités qui lui sont offertes. Mais hier matin, à Teffé, le personnage le moins attendu a fait son apparition au milieu de notre conseil d'état. Chétif est l'individu, il n'en a pas moins pesé d'un grand poids sur nos déci-

¹ 22 septembre 1865.

sions. Cet intrus n'est autre qu'un tout petit poisson qui a la gueule pleine de ses petits. Un tel argument *de facto* était irrésistible ; l'embryologie a gagné le procès. La chance de pouvoir observer un procédé de développement si étrange, non seulement sur cette espèce, mais encore sur quelques autres qui, dit-on, élèvent leurs petits de la même façon, n'est pas chose à laisser échapper. ¹ »

Agassiz lui-même revient à diverses reprises sur ce sujet. Le 14 septembre, il écrit à l'empereur une lettre qui débute en ces termes :

« Sire,

« En arrivant ici (Teffé) ce matin, j'ai eu la surprise la plus agréable et la plus inattendue. Le premier poisson qui me fut apporté était l'Acará que Votre Majesté a bien voulu me permettre de lui dédier, et, par un bonheur inouï, c'était l'époque de la ponte et il avait la bouche pleine de petits vivants, en voie de développement. Voilà donc le fait le plus incroyable en embryologie pleinement confirmé, et il ne me reste plus qu'à étudier en détail et à loisir tous les changements que subissent ces petits jusqu'au moment où ils quittent leur singulier nid, afin que je puisse publier un récit complet de cette singulière histoire. ² »

Le 22 septembre 1865, Agassiz mande à Milne Edwards ce qui suit :

¹ *Voyage au Brésil*, page 210.

² *Ibid.*, page 211.

« J'ai observé une espèce de *Geophagus* dont le mâle porte sur le front une bosse très saillante qui manque entièrement à la femelle et aux jeunes. Ce même poisson a un mode de reproduction des plus extraordinaires. Les œufs passent, je ne sais trop comment, dans la bouche dont ils tapissent le fond, entre les appendices intérieurs des arcs branchiaux et surtout dans une poche formée par les pharyngiens supérieurs qu'ils remplissent complètement. Là ils éclosent, et les petits, libérés de leur coque, se développent jusqu'à ce qu'ils soient en état de fournir à leur existence. Je ne sais pas encore combien de temps cela va durer; mais j'ai déjà rencontré des exemplaires dont les jeunes n'avaient plus de sac vitellaire, qui hébergeaient encore leur progéniture. Comme je passerai environ un mois à Tefé, j'espère pouvoir compléter cette observation. ¹ »

Le 14 octobre, M^{me} Agassiz note dans son journal les détails suivants :

« L'histoire de l'Acará, ce poisson singulier, qui porte ses petits dans la gueule, devient chaque jour plus merveilleuse. Ce matin, M. Agassiz est parti pour la pêche bien avant le jour, en compagnie du major Estolano. Il est revenu avec de nombreux spécimens d'une espèce nouvelle de cette famille. Ces spécimens fournissent une série embryologique complète. Les uns ont des œufs placés à la partie postérieure des branchies; entre les pharyngiens supérieurs et les arcs branchiaux; les autres ont, dans la gueule même, des jeunes à différents degrés de développement,

¹ *Voyage au Brésil*, page 224.

jusqu'au petit animal long d'un quart de pouce et capable de nager, plein d'activité et de vie, quand on l'a retiré des ouïes pour le déposer dans l'eau. Les plus avancés se trouvent toujours du côté externe des branchies, dans la cavité formée par les pièces operculaires et la large membrane branchiostège. En examinant ces poissons, M. Agassiz s'est aperçu qu'un lobe spécial du cerveau, semblable à celui des Trigles, envoie de gros nerfs à la partie des branchies qui protège les jeunes et rattache ainsi les soins dont la progéniture est l'objet à l'organe de l'intelligence. Les spécimens apportés ce matin semblent contredire l'assertion des pêcheurs que les jeunes, bien que souvent rencontrés dans la gueule de la mère, ne s'y développent cependant pas, mais sont déposés et couvés sur le sable. La série qu'ils forment est trop complète pour laisser le moindre doute que, dans cette espèce au moins, le développement tout entier ne commence et ne s'accomplisse dans la cavité branchiale. »

Ce qui frappe le plus Agassiz, c'est la quantité d'espèces nouvelles qu'il rencontre. Le 24 octobre 1865, il écrit de Manáos (sixième lettre publiée par M. Goeldi) :

« Mon cher ami,

« Je succombe sous le poids des découvertes. Aujourd'hui, sans avoir visité les affluents péruviens de l'Amazone, sans avoir touché au Juruah, ni au Japura, ni au Purus ; sans avoir visité le Rio Negro et le Rio Madeira, j'ai déjà 700 espèces de poissons du bassin de ce grand fleuve. C'est plus qu'on n'en connaissait

du monde entier, il y a environ soixante ans. Aussi ne songerai-je pas à vous en rendre un compte détaillé; c'est au-dessus de mes forces. Il faudra un an ou deux de travail régulier pour mettre tout cela en ordre.

« P.-S. — Je suis très heureux d'apprendre que la ligne américo-brésilienne a fait ses débuts sous des auspices favorables. C'est à mes yeux une grande affaire internationale et le premier coup de massue porté à l'influence indue que l'Europe cherche encore à exercer sur l'Amérique du Sud, comme du Nord. »

« Manáos, 8 novembre 1865.

« La semaine dernière j'ai recueilli 76 espèces nouvelles, en deux jours, dans le lac Hyuanuary, de l'autre côté du Rio Negro. ¹ »

« Manáos, le 25 novembre 1865.

« Vous en croirez à peine vos yeux en apprenant que le nombre total des espèces de poissons que j'ai recueillis dans le bassin de l'Amazone s'élève déjà à onze cent soixante-trois (1163). C'est à peine si M. Burkhardt peut en dessiner la moitié, au fur et à mesure qu'ils arrivent, et sans égaler les richesses ichtyologiques, nos autres collections s'augmentent tous les jours selon mon gré. Plus je vois ces régions et mieux j'apprends à les connaître, plus je regrette que le flot de l'émigration étrangère ne se soit pas dirigé vers ces parages et n'ait pas encore transformé en vrai paradis le bassin le plus riche du monde. ² »

¹ Extrait de la septième lettre inédite.

² Huitième lettre inédite.

La dernière lettre est indiquée dans le *Boletim* avec la mention *sem data* (sans date). Il nous a paru intéressant de rétablir, ne fût-ce qu'approximativement, la date absente. En comparant le texte de cette lettre avec le récit détaillé de M^{me} Agassiz, nous croyons pouvoir la fixer au 9 décembre 1865. En effet, Agassiz dit entre autres :

« Je vais après-demain à Mauhés, MM. Dexter et Talisman sont sur le Rio Branco, M. Thayer va à Serpa, M. Bourget à Santarem et MM. James et Hunnewell à Obidos. De cette manière nous multiplions les moyens d'augmenter la collection. Par le vapeur de ce soir je vous envoie 33 barils, dont le contenu porte le nombre des espèces, que je possède, déjà à 1311. C'est incroyable, mais c'est certain. Je commence à croire que j'en aurai près de 2000 en rentrant au Pará. Je pense que je serai de retour au Pará dès les premiers jours de février. ¹ »

De son côté, M^{me} Agassiz écrit le 6 décembre :

« En ce moment, pendant que, avec quelques-uns de ses aides, il (M. Agassiz) collectionne dans le voisinage de Manáos, MM. Dexter et Talisman parcourent le Rio Negro et le Rio Branco. Toujours pour suivre ce même plan, il a le projet, en descendant le fleuve, de laisser un détachement à Serpa, un autre à Obidos, un troisième à Santarem, tandis que lui-même se rendra à la rivière Mauhés qui unit l'Amazonie au Madeira. ² »

¹ Ce retour s'est en effet effectué le 4 février 1866.

² *Voyage au Brésil*, page 299.

Et le 10 décembre :

« Demain nous quitterons Manáos pour faire sur l'*Ibicuhy* une excursion à la petite ville de Mauhés, où nous comptons passer de huit à dix jours. ¹ »

Et plus loin, le 12 décembre :

« Nous sommes partis de Manáos, comme nous en avions fait le projet, dimanche soir 10 ². »

Disons, pour terminer, que nos voyageurs prirent avec regret congé de M. Pimenta Bueno et de son aimable famille, le 26 mars 1866, au soir.

« Jusqu'au dernier moment, écrit M^{me} Agassiz, nous ne voulions pas croire qu'il fallût dire adieu à l'Amazonie. Nos voyages pleins d'enchantements sur ses eaux jaunâtres, nos excursions en canot sur les lacs pittoresques et les igarapés, nos séjours sous les toits de palmier, tout cela appartient au passé. Un souvenir ! voilà tout ce qui reste de nos pérégrinations sur le plus grand des fleuves. »

¹ Ouvrage déjà cité, page 299.

² Page 305.



SUR

L'ÉPIDERME DES PLANTES ET SES APPENDICES

PAR LE D^r ED. PIAGET

Épiderme. — Les plantes vasculaires, Cormophytes et Phanérogames, sont, dans toutes leurs parties, protégées au dehors par une couche de cellules *sui generis*, différenciées, par leur structure et leur cohésion entre elles, des tissus de l'intérieur; c'est l'*épiderme*. Ce tissu isolateur, peu développé autour des organes sous terre ou dans l'eau, remplacé plus tard par le liège dans les parties destinées à s'épaissir (le bois), se compose habituellement d'une seule couche de cellules, par exception de deux ou plusieurs semblables entre elles (*Nerium Oleander*) ou dissimilaires (*Ficus*, Pipéracées où la couche inférieure est formée de cellules plus grandes). La couche épidermique, sans canaux intercellulaires, offre une adhésion si ferme qu'on peut, surtout après la floraison, la détacher par lambeaux plus ou moins considérables. Dans les feuilles florales de quelques plantes, on trouve des cavités remplies d'air (*Begonia*) entre les cellules épidermiques.

A mesure que les cellules de l'épiderme se développent, la paroi extérieure s'épaissit par couches

successives, assez parfois pour pouvoir être détachée, comme dans le *Viscum album*, les *Agave*, les Cactées, la *Gasteria acinacifolia*, etc. Cet épaississement, désigné sous le nom de *cuticule*, recouvre ainsi tout l'épiderme, même les cavités à air des pétales, et ne présente d'autre vestige de structure que les impressions des cellules sous-jacentes. Il n'est pas rare que cette cuticule sécrète, avec plus ou moins d'abondance, de la cire qu'on peut isoler dans de l'eau bouillante; la présence de cette sécrétion explique la difficulté qu'on éprouve à humecter les diverses parties de la plante : l'eau glisse perpétuellement sur l'épiderme.

Le contenu des cellules épidermiques est un liquide, un protoplasma généralement transparent, qui ne renferme pas de grains de chlorophylle, sauf dans les fougères. Parfois cependant l'épiderme est coloré, brun, violacé, et donne alors aux taches des feuilles ou à la feuille entière une coloration rougeâtre, tandis que le parenchyme reste vert. Les parois des cellules, dans quelques familles (Equisétacées, Graminées, Diatomées surtout) contiennent assez de silice uniformément distribuée pour conserver un squelette de la forme primitive, même après la destruction des cellules; c'est ce qui faisait dire, et peut-être croire, au fameux P. Athanase Kircher qu'il pouvait ressusciter les plantes. Certaines plantes (Saxifragacées, surtout les plantes aquatiques, les Characées) exsudent du carbonate de chaux, ce qui les rend si fragiles après la dessiccation.

L'épaisseur de l'épiderme varie naturellement selon les espèces, même assez souvent dans la même espèce, selon qu'on a égard à la face externe ou à l'interne

de la feuille¹ (*Sansevieria Guineensis*). L'épiderme est parfois singulièrement mince (*Lycopodium*, *Alstroemeria chilensis*, *Puya*, Typhacées, *Globba nutans*, Musacées, beaucoup de Graminées, etc.).

Dans leur irrégularité assez générale, les cellules épidermiques affectent des formes très variées, non seulement dans la même famille, mais aussi dans le même genre; ainsi, dans le *Lilium Martagon*, elles sont à bord fortement ondulé, et à bord rectiligne dans le *L. Thunbergianum*; beaucoup plus allongées dans la *Dracæna paniculata* que dans la *D. Draco*, beaucoup plus irrégulières et plus petites dans le *Ruscus Hypoglossum* que dans le *R. aculeatus*. Sur la même feuille, les cellules qui recouvrent les nervures diffèrent toujours des autres par leur conformation et leur moindre épaisseur. Il arrive aussi, en particulier dans les espèces exotiques, que les cellules de la face interne ou supérieure de la même feuille sont plus développées que celles de la face externe ou inférieure (*Phormium tenax*, *Sansevieria*, *Littæa geminiflora*, *Pandanus utilis*, etc.).

En général, les Gymnospermes et les Monocotyles affectent dans leurs cellules épidermiques la forme quadrangulaire plus ou moins régulière, plus ou moins allongée; tantôt rectangulaires, assez larges et très allongées dans beaucoup d'Iridées, Liliacées, Amaryllidées, ou allongées et très étroites dans les *Cicas*, les *Bromelia*, *Dasylirion*, beaucoup de Palmacées, *Triticum*, ou allongées, étroites et très irrégulières (*Encephalartos Cafferii*); tantôt se rapprochant de la

¹ Je désigne par *interne* la face de la feuille appliquée contre la tige; dans beaucoup de cas, on pourrait l'appeler *supérieure*; ainsi, *externe-inférieure*.

forme carrée sur les deux faces, et dans ce cas très développées dans nos Orchidées, la *Commelina communis*, *Tradescantia Virginica*, *Spironema fragrans*, *Pinus Mughus*, ou presque carrées et très petites (*Yucca gloriosa*, *Phormium*, *Cyperus*, *Phragmites arundinacea*, Juncacées), ou irrégulièrement quadrangulaires (*Vanilla*, *Epipactis*, *Witsenia*, *Tillandsia*), parfois, mais plus rarement, formant un parallélogramme assez régulier (*Dasylirion acrotrichum*, *Caryota urens*). Dans les *Agave*, les cellules sont hexagonales et pentagonales. Quelques espèces, en assez petit nombre, ont des cellules à bords ondulés légèrement (*Streptopus amplexifolius*, *Maranta Sellowi*), ou plus profondément (*Lilium Martagon*, *Paris quadrifolia*, *Arum italicum*, *Saccharum officinarum*), ou irrégulièrement (*Listera ovata*). Le bord des cellules est granuleux dans plusieurs espèces de *Pinus*.

Chez les Dicotyles, la face interne de la feuille est souvent plus épaisse que l'externe; les cellules y sont aussi plus grandes et différenciées de forme. L'épaisseur de l'épiderme est remarquable dans les Cactées, dans bon nombre de Protéacées, le *Viscum album*, etc. La forme de cellules qui revient le plus fréquemment est celle de cellules ondulées plus ou moins profondément (Renonculacées, Crucifères, Caryophyllacées, Composées, Légumineuses, Labiées, Antirrhinées, Valérianacées, Dipsacées, Onagrariées, etc.). L'ondulation est peu prononcée dans les *Dianthus*, dans quelques *Trifolium* et seulement à la face supérieure dans la *Kalmia glauca*. Les cellules sont allongées dans la *Lychnis chalconica*, très grandes (*Viola tricolor*, *Delphinium hybridum*, *Cardamine pratensis*, *Iberis*, *Capsella*); grandes et irrégulières (*Pelargo-*

nium, *Asperula*, *Calendula officinalis*, *Lobelia*, *Laurentia*, *Azara*); très irrégulières (*Parnassia*, *Hypericum*).

La forme quadrangulaire se montre, quoique moins fréquemment que l'ondulée, dans bon nombre de plantes. Les cellules épidermiques sont régulièrement rectangulaires dans la plupart des Protéacées; très grandes dans les Crassulacées, *Primula Auricula*, *Viscum*; plus petites (*Quercus*, *Populus*, *Ficus elastica*, *Pistacia*, *Polygala Chamæbuxus*, *Ilex*, *Aralia*, *Buxus*, *Escallonia*, *Mahonia*, *Nandina*, *Magnolia*, *Erica*, *Æschynanthus*, *Hoya*, *Gomphocarpus*, *Eryngium*, *Hedera*, *Russelia*, *Thesium*, *Nerium*, *Elæagnus*, *Sideroxylon*, quelques légumineuses exotiques, *Kenedia* p. ex., *Talinum* où l'épiderme paraît granuleux); ou irrégulières (*Chenopodium*, *Rumex*) et ondulées à la face interne (*Cantua*, *Nicotiana*, *Veronica farinosa*, *Olea*); ou subhexagonales (*Cestrum*). Dans les pétales des *Pelargonium*, face externe, les cellules présentent comme des points de couture.

L'épiderme porte des stomates et divers appendices : papilles, poils, écailles, glandules.

Stomates. — Les stomates sont habituellement composés de deux cellules opposées, rarement de plus (*Hakea*, *Protea*, où cinq à six cellules forment une espèce de cône). Ces cellules, quand il n'y en a que deux, affectent une structure réniforme, laissant entre elles une fente allongée lenticulaire, parfois arrondie (*Hakea*, *Elæodendron*, *Brassia*, *Ficus*, *Ilex*, *Hoya*), ou presque quadratiforme (*Agave* et quelques Palmacées). C'est par ces ouvertures que les espaces intercellulaires du parenchyme sont en communication

avec l'air extérieur. Le côté interne des cellules qui limite l'ouverture est renforcé par un bord un peu relevé, doué d'une certaine rigidité; de sorte que, quand, sous l'influence de la lumière et de l'état de l'atmosphère, il se produit une extension croissante du contenu des cellules, celles-ci se recourbent, deviennent plus ou moins réniformes, et l'ouverture s'élargit en conséquence. Ce serait véritablement asphyxier la plante que de boucher toutes ces ouvertures. La direction de ces ouvertures est, dans les Gymnospermes et les Monocotyles, sauf quelques exceptions, celle de la feuille, donc longitudinale; dans beaucoup de Dicotyles, elles sont transversales ou prennent toutes les directions.

Les cellules des stomates renferment des grains de chlorophylle et d'amidon et contrastent ainsi par leur moindre transparence avec celles de l'épiderme. Ce n'est pas le cas chez beaucoup de Protéacées; dans le *Cymbidium aloifolium*, elles forment un espace plus transparent que le reste de l'épiderme.

La grandeur et le nombre des stomates varient beaucoup, non seulement dans les différentes familles, mais dans les espèces d'un même genre. Les plus développés que je connaisse sont ceux du *Viscum album*. Ils sont très grands encore dans quelques Liliacées (*Convallaria* par exemple, *Commelina*, dans quelques Iridées, Amaryllidées, *Asperula*, *Epimedium ciliare*, *Cratægus*, nos Orchidées, etc.). Par contre, ils sont très petits dans les *Quercus*, *Prunus Padus*, *Piper incanum*, *Eucalyptus*, *Heimia myrtifolia*, *Pistacia*, surtout dans les Graminées, etc., Typhacées et Musacées. Quant au nombre, les stomates sont assez clairsemés dans l'*Agapanthus umbellatus*, *Scilla*, *Ca-*

lendula, *Cantua*, mais habituellement en nombre considérable et parfois serrés jusqu'à se toucher : *Mesembryanthemum*, *Callistemon*, *Magnolia*, *Eucalyptus*, *Eugenia robusta*. C'est au point qu'on a cru en compter 625 par millimètre carré dans l'*Olea europæa*, deux millions sur la feuille du *Quercus Cerris* et environ treize millions sur celle de l'*Helianthus annuus*.

Les stomates se voient sur les deux faces de la feuille dans les Monocotyles; il y a quelques exceptions, *Dracæna*, *Smilax*, *Witsenia*, *Ruscus*, *Pandanus*, *Neottia*, *Brassia*, *Phœnix*, qui n'en ont point ou peu à la face interne. Dans les Dicotyles, ils occupent généralement la face externe ou inférieure; dans les Nymphéacées, naturellement à la face supérieure, qui est hors de l'eau. Cependant on en trouve, quoique en moins grand nombre, sur la face interne (*Mesembryanthemum*, *Eugenia*, *Plantago*, *Statice*, *Veronica formosa*, quelques Protéacées, *Leucadendron*, *Hakea*, *Protea*).

Chez les Gymnospermes et les Monocotyles, les stomates sont rangés en bandes longitudinales et parallèles entre les nervures de la feuille, à une bande dans les *Araucaria*, à quatre bandes dans les *Encephalartos*, *Podocarpus*, jusqu'à six dans le *Pinus Mughus*, à plusieurs bandes très serrées dans les *Typha*, *Musa*, *Ravenala*, beaucoup de Graminées. Les stomates sont épars dans la *Paris quadrifolia*, les *Arum*, les *Oncidium*. Cette disposition par bandes se rencontre aussi dans plusieurs Protéacées, les *Thesium*, *Eryngium*, *Russelia*; mais en général dans les Dicotyles les stomates sont épars assez irrégulièrement, parfois aussi uniformément, comme chez les *Dian-*

thus, l'*Eranthis hyemalis*, etc. Dans les Dicotyles, où les nervures de la feuille forment un véritable réseau, les stomates sont cantonnés dans chaque maille de ce réseau; par exemple dans le *Fagus sylvatica*, le *Carpophora*, la *Saxifraga sarmentosa*, beaucoup d'Ombellifères, l'*Andromeda mellifera*. Parfois les stomates se voient au fond d'un petit puits de l'épiderme, comme dans les *Protea*, *Hakea*; ou groupés dans une fossette, comme dans le *Nerium Oleander*, les *Banksia*, les *Dryandra*; ou aussi dans des rainures longitudinales (*Casuarina*, *Dasyllirion*), et dans ces cas ils sont cachés et protégés par de fins poils un peu crispés, ainsi que cela se voit le mieux dans une coupe transversale de la feuille. Dans le *Dasyllirion acrotrichum*, les bandes de stomates sont protégées par de courtes papilles, ainsi que chez le *Pandanus utilis*.

D'ordinaire, les stomates confinent à une ou plusieurs cellules de l'épiderme, le plus souvent à quatre (Liliacées, *Digitalis*, *Scabiosa*, *Phyteuma*, etc.), à cinq ou six dans le *Pinus Mughus*. Dans les *Dianthus*, le stomate touche à deux cellules. Plus rarement, il est enfermé dans une seule cellule épidermique (*Microseris*, *Phoenix*, *Templetonia*, *Rafnia*, *Galeopsis*, *Gentiana lutea*, *Aneimia fraxinifolia*, *Linaria*, etc.),

Papilles. — Les *papilles* sont des excroissances arrondies ou coniques de la paroi externe des cellules épidermiques. On en rencontre des séries dans quelques plantes, par exemple le *Polygonatum verticillatum*, le *Pandanus*, mais le plus souvent sur la face interne des pétales (*Viola*, *Pelargonium*), à laquelle elles donnent une apparence veloutée.

Poils. — Parmi les appendices de l'épiderme, les *poils* sont ceux qu'on rencontre le plus fréquemment, visibles à l'œil nu ou seulement sous un fort grossissement au microscope. Ils sont tout développés déjà dans les organes jeunes et tombent assez souvent, comme dans l'*Æsculus*, avant que l'organe ait acquis son entier développement. Parfois ils sont tellement nombreux et serrés que les faces de la feuille présentent une apparence feutrée (*Gnaphalium*, *Kalmia glauca*, quelques Sorbiers, *Sorbus Aria*, *latifolia* et *scandica*, etc.). Ils sont d'ordinaire dressés, mais raides et couchés parallèlement à l'épiderme dans le *Sideroxylon argenteum*. Par leur base, ils se rattachent à une ou plusieurs cellules de l'épiderme.

Les poils offrent une assez grande variété de formes, à partir des simples expansions des cellules qui bordent les feuilles de quelques Crassulacées. Dans beaucoup de plantes, les poils sont *unicellulaires* (*Zea Mais*, *Borago*, l'anneau du tube de la corolle dans quelques Labiées, le carpophore des *Typha*); granuleux dans la corolle de la *Linaria vulgaris* et sur les étamines de la *Monotropa Hypopithys*; couchés dans le *Convolvulus lineatus*; raides et en crochet sur le *Galium Aparine*; rétractiles sur le style des *Campanula*, après la fructification; — *bicellulaires* (corolle du *Lamium album*); — *pluricellulaires* (*Hyoscyamus niger*, corolle de *Leonotis*, *Leonurus*, tige de la *Tyda picta*); — *annelés* dans la *Calceolaria violacea* (corolle); — *verruqueux* (ovaire et calice de la *Cajophora lateritia*); — *claviformes* (*Celsia arcturus*, *Verbascum thapsiforme*, corolle); — *en chapelet* (étamines de la *Thunbergia alata*, calice du *Salpiglossis integrifolia*, à peu près comme les organes mâles des mousses).

Il arrive parfois que chaque articulation du poil se compose de plusieurs cellules (pétales du *Tropæolum majus*, *Astilbe rivularis*), ou que la réunion des cellules constitue un appendice conique au bord de la feuille (*Sempervivum tectorum*, *Saxifraga aizoon*), recouvert de carbonate de chaux. On retrouve ces appendices très développés sur les bractées de plusieurs *Centaurea*, sur le fruit du *Ranunculus arvensis*, où il est terminé par une griffe articulée et unicellulaire, sur la corolle de la *Bouvardia splendens*, *Zinnia multiflora*, *Gentiana ciliata*, etc.;

ramifiés comme un arbre en miniature, dans le *Verbascum Thapsus*;

bifurqués (*Sideroxylon argenteum*), bifurqués et trifurqués, *Malva sylvestris*;

étoilés à une certaine hauteur de la base, *Hibiscus puniceus*, *Deutzia scabra*, *Hermannia denudata*, *Andryala candidissima*, plusieurs Crucifères, *Matthiola*, *Arabis*, *Alyssum argenteum*, etc.;

ramifiés en pinceau (*Strychnos nux vomica*).

Ecailles. — Si l'on suppose les rayons de ces étoiles suffisamment nombreux et soudés ensemble, on reconnaît les *squames* ou *écailles* si caractéristiques des Eléagnacées (*Elæagnus macrophylla*, *Hippophaë*), squames qu'il ne faudrait pas confondre avec celles des jeunes fougères : ces dernières n'ont pas de pied et sont fixées par leur base. On retrouve ces squames sur la face inférieure du *Rhododendron argenteum*, de quelques Oléacées et Jasminées, *Statice*. Les écailles du *Rubus niger* donnent à la feuille une odeur *sui generis*, et celles de l'*Humulus Lupulus* fournissent l'amère lupuline.

Il faut ajouter que plusieurs de ces diverses formes de poils se trouvent parfois ensemble sur la même plante, par exemple dans le *Cucurbita Pepo*.

Glandules. — Les poils, d'ordinaire amincis en pointe à l'extrémité, se terminent parfois par une tête arrondie ou conique (*Primula sinensis*, *Bryonia*). Dans nombre de plantes, cette tête sécrète un liquide visqueux et devient une vraie glandule (*Nicotiana*, plusieurs *Silene*, *Orobanche Epithymum*, *Salvia glutinosa*, *Madia sativa*, *Martynia lutea*, etc.). Aux glandules se rapportent les glandules mellifères de beaucoup de fleurs, l'éperon des *Viola* par exemple.

Poils caustiques. — Il reste à signaler les poils caustiques des *Urtica* et *Loasa*. Ces organes unicellulaires se rattachent à l'épiderme par une base composée de nombreuses cellules. Le poil est terminé dans l'ortie par une petite tête un peu recourbée et excessivement fragile. Au moindre contact imprudent, cette tête pénètre dans la peau, et le liquide en tension, que préparent les vacuoles du poil, s'écoule dans la plaie et produit le prurit douloureux trop bien connu.

Epiderme de la racine. — L'épiderme des racines, soit remarqué en finissant, diffère de celui des autres parties de la plante. Très mince, il n'offre pas de stomates, mais de longs poils unicellulaires, sans paroi qui les sépare de la cellule épidermique. Au bout de peu de temps, cet épiderme meurt avec ses poils; il est remplacé par l'*endoderme*, dont la paroi externe est riche en subérine. C'est le *velamen* des racines aériennes de quelques Orchidées.



LA GÉOMÉTRIE NON-EUCLIDIENNE

PAR L. ISELY, PROFESSEUR

Cette appellation, introduite par Gauss dans les mathématiques, pourrait s'appliquer à toutes les questions qui ne se trouvent pas directement traitées dans les *Eléments* de l'illustre géomètre grec. Telles seraient, malgré les suppositions de Chasles sur le traité perdu des *Porismes*, la théorie de l'involution, celle de l'homologie et de l'homographie, le principe de continuité, et surtout celui des polaires réciproques ou de dualité, le plus beau fleuron de la géométrie du XIX^{me} siècle. On y pourrait aussi faire rentrer la notion si féconde de l'infini, qui permet, entre autres, en considérant le plan comme une sphère de rayon infini, de déduire la trigonométrie rectiligne de la trigonométrie sphérique, dont elle n'est qu'un cas particulier. Mais tel n'est pas le sens donné par les géomètres contemporains à l'expression de géométrie non-euclidienne. Ils comprennent sous ce titre un certain nombre de considérations relatives à la théorie des parallèles et aux questions connexes. On sait que dans la géométrie euclidienne cette théorie repose sur l'axiome XI, improprement connu sous le nom de *postulatum*. Celui-ci s'énonce généralement comme il suit : « Si deux droites font avec une sécante deux angles internes d'un même côté, dont la somme est

inférieure à deux droits, ces lignes, prolongées suffisamment, se rencontreront»; ou, ce qui revient au même: « Par un point donné, on ne peut mener qu'une parallèle à une droite. »

Bien des géomètres, depuis Proclus, ont tenté de démontrer *a priori* l'axiome XI (ou 5^{me} postulat) d'Euclide. Il convient de mentionner sous ce rapport les recherches de Nassir-ed-Din, astronome arabe du XIII^{me} siècle; de John Wallis, l'habile mathématicien anglais, qui, dans un cours public fait à Oxford le 11 juillet 1663, captiva l'attention de ses auditeurs par une démonstration ingénieuse et subtile de cet axiome. Saccheri (1733), que quelques-uns considèrent comme le précurseur de Lobatschewsky, et Lambert, dans un ouvrage posthume paru en 1786, donnèrent une grande extension à la théorie des parallèles et s'occupèrent d'une façon toute spéciale de la validité du postulatum euclidien¹. Tout dernièrement encore, a paru une démonstration assez concluante de prime abord, due à M. Frolov, membre de la Société mathématique de France.

Ces démonstrations reviennent, en général, à admettre que la droite n'a qu'un point réel à l'infini, hypothèse qui n'est qu'une simple conséquence de l'axiome XI. L'on tourne ainsi dans un cercle vicieux. « Il faut, dit Houël, reléguer parmi les chimères l'espoir que nourrissent encore tant de géomètres de parvenir à démontrer le postulat d'Euclide autrement que *par l'expérience*. Désormais, ces tentatives devront

¹ Pour les détails, consulter l'ouvrage très complet et très intéressant de MM Engel et Stäckel, intitulé: *Die Theorie der Parallelnen von Euklid bis auf Gauss*, Leipzig, 1895, ainsi que *The History of modern Mathematics*, de M. D.-E. Smith, New-York, 1896.

être mises au même rang que la quadrature du cercle et le mouvement perpétuel. »

Le but des non-Euclidiens est de prouver, en opposition à l'axiome XI, qu'il n'existe *a priori* aucune raison d'affirmer qu'on ne puisse mener, par un même point, qu'une seule droite ne rencontrant pas une droite donnée dans le même plan. D'illustres géomètres ont fait des recherches dans ce sens. Après avoir reconnu dans la première édition de ses *Eléments*, publiée en 1794, que l'axiome XI équivalait au théorème qui dit que la somme des angles d'un triangle est égale à deux droits, Legendre prouve dans des éditions ultérieures que cette somme ne peut surpasser deux droits et que, si dans un triangle quelconque elle vaut deux droits, il en est de même dans tous les triangles (1833). Par contre, il éprouve quelque difficulté à démontrer qu'elle ne peut être inférieure à deux droits.

La théorie des parallèles avait aussi été, pendant plus d'un demi-siècle, l'objet des méditations de Gauss, comme cela ressort de plusieurs passages de sa correspondance avec Schumacher. Le 17 mai 1831, il écrivait : « Depuis quelques semaines, j'ai commencé à mettre par écrit quelques résultats de mes propres méditations sur ce sujet, qui remontent en partie à quarante ans, et dont je n'avais jamais rien rédigé, ce qui m'a forcé trois ou quatre fois à recommencer tout le travail dans ma tête. Je ne voudrais pourtant pas que tout cela périt avec moi !¹ » Houël, en 1867, fait suivre sa traduction de cette lettre d'une remarque conçue en ces termes : « En parcourant la table des

¹ *Ich wünschte doch, dass es nicht mit mir unterginge.*

matières que doit contenir le quatrième volume de l'édition des *Œuvres* de Gauss, publiée en ce moment par l'Académie de Göttingue, nous n'avons vu annoncer aucun article qui parût se rapporter au projet annoncé ici par le grand géomètre. Il serait bien regrettable que ces recherches si profondes et si originales *eussent péri avec lui!* » M. Stäckel, en 1895, ne peut que confirmer cette remarque. Ainsi, malheureusement pour la géométrie, Gauss ne donna aucune suite à son projet, et, à l'exception de quelques notes éparses çà et là, entre autres dans les *Gelehrte Anzeigen* de Göttingue, tout a péri avec lui. Le 28 novembre 1846, il écrit encore : « J'ai eu dernièrement occasion de relire l'opuscule de Lobatschewsky, intitulé *Geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallelinien*, Berlin, 1840. Cet opuscule contient les éléments de la géométrie qui devrait exister si la géométrie euclidienne n'était pas vraie. Un certain Schweikardt¹ a donné à cette géométrie le nom de géométrie *astrale*, Lobatschewsky, celui de géométrie *imaginaire*. Vous savez que, depuis cinquante-quatre ans (depuis 1792), je partage les mêmes convictions, sans parler ici de certains développements qu'ont reçus, depuis, mes idées sur ce sujet. Je n'ai donc trouvé dans l'ouvrage de Lobatschewsky aucun fait nouveau pour moi; mais l'exposition est toute différente de celle que j'avais projetée, et l'auteur a traité la matière de main de maître et avec le véritable esprit géométrique. Je crois devoir appeler votre attention sur ce livre, dont la lecture ne peut manquer de vous causer le plus vif plaisir. »

¹ Autrefois à Marbourg, maintenant professeur de jurisprudence à Königsberg. (Note de Gauss.)

Lobatschewsky (né à Nijni-Nowgorod en 1793, mort à Kazan en 1856) est le géomètre dont les travaux ont le plus contribué à répandre dans le monde savant les idées non-euclidiennes.

Son premier essai sur les fondements de la géométrie, comme il le dit lui-même, parut en langue russe dans le *Courrier de Kazan*, pour l'année 1829. Dans ce travail, Lobatschewsky montre la possibilité de concevoir une géométrie indépendante de l'axiome d'Euclide. Il continua à exposer les résultats de ses recherches sur ce sujet dans les *Mémoires de l'Université de Kazan*, années 1836-1838, sous le titre de *Nouveaux principes de géométrie, avec une théorie complète des parallèles*. En 1837, il fit insérer dans le *Journal de Crelle* (tome 17, page 295) un article, la *Géométrie imaginaire*, qui contient un extrait des mémoires précédents. En 1840, il publia à Berlin une sorte de résumé de ses principaux travaux, sous le titre déjà cité de *Recherches géométriques sur la théorie des parallèles* (in-18, 61 pages). Une traduction française, faite par Hoüel, parut en 1866. Enfin, en 1855, Lobatschewsky mit le couronnement à son œuvre par la publication de sa *Pangéométrie*, qui parut simultanément en français et en russe.

Dans ses *Recherches géométriques sur la théorie des parallèles*, Lobatschewsky commence par rappeler succinctement une quinzaine de propositions connues et faciles à démontrer. Il s'applique tout spécialement à donner une définition scientifique de la ligne droite. « La définition et les propriétés de la ligne droite, ainsi que des parallèles, sont l'écueil et pour ainsi dire le scandale de la géométrie élémentaire. » C'est de cette manière que s'exprimait d'Alembert, en 1759,

dans ses *Mélanges de Littérature, d'Histoire et de Philosophie*. Lobatschewsky considère la droite comme une ligne qui se superpose à elle-même dans toutes ses positions. « J'entends par là, ajoute-t-il, que, si l'on fait tourner autour de deux points de la ligne droite la surface qui la contient, cette ligne ne change pas de place. » — Plus tard, dans sa *Pangéométrie*, il définira le plan et la droite de la manière suivante : « Je définis le plan comme le lieu géométrique des intersections de sphères égales décrites autour de deux points fixes comme centres. Enfin, je définis la ligne droite comme le lieu géométrique des intersections de cercles égaux situés tous dans un même plan et décrits de deux points fixes de ce plan comme centres. » Lobatschewsky, il fallait s'y attendre, eut de nombreux adversaires, et en a encore beaucoup aujourd'hui. L'un de ces derniers, M. A. Karagiannides, fait observer qu'en parlant du plan et de la droite, Lobatschewsky emploie à tout propos les mots point, lieu géométrique, sphère et cercle, sans en donner de définition. « Il se place ainsi sans le savoir sur sol euclidien, et érige là-dessus une géométrie non-euclidienne ! ¹ »

Lobatschewsky fait suivre les quinze propositions qu'il suppose connues de ses lecteurs d'une définition des parallèles, plus générale que la définition ordinaire, et se réduisant à celle-ci lorsqu'on admet l'axiome XI d'Euclide. « Toutes les droites tracées par un même point dans un plan, dit-il, peuvent se distribuer, par rapport à une droite donnée dans ce plan, en deux

¹ *Die nichteuclidische Geometrie vom Alterthum bis zur Gegenwart*, Berlin, 1893, page 22.

classes, savoir : en droites *qui coupent* la droite donnée, et en droites *qui ne la coupent pas*. La droite qui forme la *limite* commune de ces deux classes est dite *parallèle* à la droite donnée.

Soit abaissée du point A (la figure est facile à construire), sur la droite BC, la perpendiculaire AD, et soit élevée au point A, sur la droite AD, la perpendiculaire AE. Dans l'angle droit EAD, il arrivera ou que toutes les droites partant du point A rencontreront la droite CD, comme le fait AF, par exemple ; ou bien que quelques-unes d'entre elles, comme la perpendiculaire AE, ne rencontreront pas DC. Dans l'incertitude si la perpendiculaire AE est la seule droite qui ne rencontre pas DC, nous admettrons la possibilité qu'il existe encore d'autres lignes, telles que AG, qui ne coupent pas DC, quelque loin qu'on les prolonge. En passant des lignes AF, qui coupent CD, aux lignes AG, qui ne coupent pas CD, on trouvera nécessairement une ligne-limite AH, d'un côté de laquelle les lignes AG ne rencontrent aucune la ligne DC, tandis que, de l'autre côté, toutes les lignes AF rencontrent DC. L'angle HAD, compris entre la parallèle HA et la perpendiculaire AD, sera dit *l'angle de parallélisme*, et nous le désignerons par $\Pi(p)$, p représentant la distance AD. » Cet angle joue un rôle important dans la géométrie de Lobatschewsky.

L'auteur prouve un peu plus loin, ce que Legendre avait déjà fait, que dans tout triangle rectiligne, la somme des trois angles ne peut surpasser deux droits. Il déduit de là que deux hypothèses sont possibles : ou bien, la somme des angles est égale à deux droits dans tous les triangles rectilignes, et alors l'angle de parallélisme $\Pi(p)$ est égal à $\frac{1}{2}\pi$, quelle que soit la

distance p ; ou bien, cette somme est moindre que deux droits dans tous les triangles, en même temps que $\Pi(p)$ est inférieur à $\frac{1}{2}\pi$.

« La première hypothèse, ajoute Lobatschewsky, sert de fondement à la *Géométrie ordinaire* et à la *Trigonométrie plane*. La seconde hypothèse peut être également admise, sans conduire à aucune espèce de contradiction dans les résultats, et elle est la base d'une nouvelle théorie géométrique, à laquelle j'ai donné le nom de *Géométrie imaginaire*. » C'est la *Géométrie non-euclidienne* de Gauss.

Plus loin encore, Lobatschewsky substitue à la droite et au plan une *courbe-limite* (horicycle) et une *surface-limite* (horisphère). La courbe-limite est une ligne plane telle que toutes les perpendiculaires élevées sur les milieux de ses cordes sont parallèles entre elles (dans l'acception généralisée du mot parallèle). Une circonférence, dont le rayon devient infiniment grand, se transforme en une courbe-limite. De là le nom d'*horicycle* que l'on peut donner à cette courbe. La surface-limite, engendrée par la révolution de la courbe-limite autour d'un de ses axes, peut aussi être remplacée par une sphère dont le rayon croît indéfiniment, l'*horisphère*. Lobatschewsky démontre qu'alors la somme des angles dièdres d'un trièdre dont les arêtes sont *parallèles*, est égale à deux angles droits. Il en résulte naturellement que dans les triangles sphériques, tracés sur l'horisphère, il existe entre les côtés et les angles les mêmes relations qu'entre les éléments correspondants des triangles rectilignes. Aussi, est-ce par de nombreuses et intéressantes applications à la trigonométrie que se termine le mémoire du géomètre russe sur la théorie des parallèles.

Un autre ouvrage, qui contribua pour une large part à la diffusion des idées non-euclidiennes, est celui de Jean Bolyai, capitaine au Corps du Génie dans l'armée autrichienne. Son père, Wolfgang Bolyai (1775-1856), de Bolya en Transylvanie, avait été l'ami et le condisciple de Gauss durant son séjour à Gœttingue. Il engagea fortement son fils à s'occuper de la théorie des parallèles et à l'approfondir. Celui-ci, dont l'intelligence était très éveillée, ne manqua pas de suivre les conseils paternels. A vingt et un ans déjà (c'était le 3 novembre 1823, et il était né en 1802), il mandait à son père ce qui suit : « Je me suis décidé, aussitôt que les choses seront en ordre, à publier un travail sur les parallèles. Tout n'est pas encore définitif, mais le chemin que je me suis tracé me conduira certainement au but, si toutefois ce but est réalisable. Il n'est pas encore atteint, mais j'ai amené au jour des faits qui ne laissent pas que de me surprendre. Il serait à toujours regrettable que ces faits vinssent à se perdre. Tout ce que je puis dire, c'est qu'avec rien j'ai créé un monde nouveau. » Cet enthousiasme tout juvénile est compréhensible et pardonnable, étant donnés la grandeur et le désintéressement de la cause qui le provoquait. Ne rappelle-t-il pas en quelque sorte celui que Pascal dut éprouver en découvrant, à peine âgé de seize ans, son fameux théorème de l'hexagone inscrit, qui sert encore de base à toute la théorie des coniques ? La joie que la science procure est l'une des plus pures et des plus saines que l'on puisse goûter.

C'est dans un appendice d'un traité de mathématis-

ques ¹, publié par son père en 1832, que Jean Bolyai exposa en une trentaine de pages ses idées sur la nouvelle géométrie. Cet appendice, intitulé: *Appendix scientiarum spatii absolute verum exhibens: a veritate aut falsitate Axiomatis XI Euclidei (a priori haud unquam decidenda) independentem; adjecta ad casum falsitatis, quadratura circuli geometrica. Auctore Johanne Bolyai de eadem, Geometrarum in Exercitu Cæsareo Regio Austriaco Castrensi Capitano, a été traduit en français par Hoüel, en 1867. Dans ce mémoire, Bolyai considère deux systèmes de géométrie: l'un, le système Σ , reposant sur l'hypothèse de la vérité de l'axiome XI d'Euclide; l'autre le système S, sur l'hypothèse de sa fausseté. Après une série de considérations, il arrive alors aux conclusions suivantes ²:*

I. Est-ce le système Σ ou le système S qui a lieu dans la réalité? — C'est ce qu'on ne saurait décider.

II. Toutes les hypothèses tirées de la *fausseté* de l'axiome XI (en se plaçant au point de vue non-euclidien) sont *absolument vraies* et, en ce sens, ne s'appuient sur aucune hypothèse. Il y a donc une *Trigonométrie plane* a priori dans laquelle le système seul vrai reste inconnu. La *Trigonométrie sphérique*, au contraire, s'établit d'une manière absolue, indépendamment de l'axiome XI.

Dans sa dernière conclusion, la cinquième, Bolyai insiste sur le fait que, dans le cas où c'est le système S, et non le système Σ , qui a réellement lieu, il est

¹ *Tentamen juventutem studiosam in elementa matheseos purae, elementaris ac sublimioris, methodo intuitiva, evidentialique huic propria, introducendi. Cum appendici triplici. Maros Váscsely, in 8°.*

² *Appendix. § 33.*

possible de construire une figure rectiligne équivalente à un cercle. Le problème de la quadrature du cercle est donc résoluble dans ce système.

Jean Bolyai mourut en 1860, quatre ans seulement après son père. Celui-ci avait ajouté quelques remarques au mémoire de son fils, desquelles nous détachons principalement ce qui suit ¹ :

« Les formules de la *Trigonométrie sphérique* (démontrées dans le Mémoire précédent, indépendamment de l'axiome XI d'Euclide) coïncident avec celles de la *Trigonométrie plane*, lorsque l'on considère (pour nous servir d'une façon de parler provisoire) les côtés d'un triangle *sphérique* comme *réels*, ceux d'un triangle *rectiligne* comme *imaginaires*; de sorte que, lorsqu'il s'agit des formules trigonométriques, on peut regarder le plan comme une sphère imaginaire, en prenant pour sphère réelle celle dans laquelle $\sin R = 1$.

« On démontre qu'il existe une certaine quantité i (dans le cas où l'axiome d'Euclide n'a pas lieu), telle que la quantité correspondante I est égale à la base e des logarithmes népériens. Dans ce cas, on établit encore les formules de la Trigonométrie plane, et de telle manière que les formules sont encore vraies pour le cas de la réalité de l'axiome en question, en prenant les limites des valeurs lorsque i tend vers l'infini. Ainsi le système euclidien est en quelque sorte la limite du système anti-euclidien, pour i convergeant vers l'infini. »

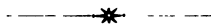
¹ *Tentamen*, t. II, p. 380 et suiv. Trad. Hoüel. Paris, Librairie A. Hermann.

Dans son *Kurzer Grundriss*, paru en 1851, Wolfgang Bolyai fait voir entre autres : « que dans la trigonométrie rectiligne comme dans la trigonométrie sphérique, les sinus des angles sont entre eux comme les sinus des côtés opposés, si ce n'est que, sur la sphère, les côtés sont réels, et que dans le plan on doit les considérer comme imaginaires, de même que si le plan était une sphère imaginaire.

« Si l'axiome XI n'est pas vrai, il existe un i déterminé, qu'il faut substituer dans les formules. Si, au contraire, cet axiome est vrai, il faudra faire dans les formules $i = \infty$. »

Les œuvres des deux Bolyai étant devenues extrêmement rares, l'Académie des Sciences de Hongrie en a entrepris dernièrement une réimpression. Espérons, avec M. Stäckel, que cette nouvelle édition verra bientôt le jour.

Disons enfin, en terminant, que les non-euclidiens conçoivent un espace dont le nôtre n'est, pour ainsi dire, qu'un cas particulier, et sur lequel nous reviendrons dans une prochaine communication. Nous aurons alors l'occasion de parler des remarquables travaux de Helmholtz, de Riemann, de Beltrami, de Klein, de Cayley, de Poincaré, dans le domaine de la géométrie non-euclidienne.



Séance du 26 mars 1896

L'AVALANCHE DE L'ALTELS

le 11 septembre 1895

PAR

LÉON DU PASQUIER

Membre de la Commission des glaciers de la Société helv. des sciences naturelles,
Secrétaire de la Commission internationale des glaciers.

*Die Gletscherlawine an der Altelts*¹, tel est le titre d'un rapport fait à la demande de la Commission des glaciers de la Société helvétique des Sciences naturelles, par M. Heim. Ce rapport a été publié grâce à l'initiative de la Société des Sciences naturelles de Zurich, grâce aussi à une subvention spéciale de 500 francs accordée à notre Commission par le Département fédéral de l'Industrie et de l'Agriculture.

C'est sans doute le travail le plus important traitant de l'avalanche de l'Altelts; il restera la principale source de renseignements pour les spécialistes intéressés, qui y trouveront entre autres la bibliographie du sujet jusqu'à la fin de 1895.

D'abord écrites en vue de notre séance publique du Locle, le 24 octobre 1895, puis remaniées ensuite d'observations nouvelles faites sur les lieux en 1896, les pages qui suivent ont un double but: mettre le public de langue française au courant d'un phénomène dont on a beaucoup parlé, et que la presse quotidienne a souvent travesti; compléter et rectifier le rapport de M. Heim en quelques points, sur lesquels il était impossible de se faire, immédiatement après la catastrophe, une opinion solide.

C'est dire qu'elles ne feront pas double emploi avec le *Neujahrsblatt* de Zurich.

¹ *Die Gletscherlawine an der Altelts am 11ten September 1895.* Im Auftrag d. Gletschercommission der Schweiz. Naturf. Ges. bearbeitet unter Mitwirk. der Herren Dr. Léon Du Pasquier, Prof. in Neuchâtel, und Prof. Dr. F.-A. Forel, in Morges, von Dr. Alb. Heim Prof. in Zürich. (*Neujahrsblatt d. Naturf. Ges. in Zürich*, auf 1896.)

INTRODUCTION

Le 11 septembre 1895, à 5 h. 10 du matin, une partie du glacier de l'Altels se détachait, glissait le long du flanc régulièrement incliné de la montagne et venait finalement s'abattre sur le fond de la Spitalmatte, où elle ensevelissait sous une couche de glace et de débris cent vingt têtes de bétail. Les six habitants de l'alpe étaient eux-mêmes ensevelis ou tués d'autre manière.

Les témoins oculaires directs de l'événement n'existent plus, nous avons donc à reconstituer le phénomène d'après les indications assez vagues des quelques personnes qui pensent en avoir perçu quelque chose et d'après l'étude des produits de la catastrophe.

Mais d'abord, deux mots d'orientation topographique, après lesquels nous passerons successivement en revue : les formes de la rupture, de la trajectoire, du cône d'avalanche, la nature mécanique du phénomène, ses causes probables et les moyens d'y parer à l'avenir.

SITUATION

Le groupe Altels-Balmhorn est une partie de la zone interne des hautes alpes calcaires, revêtement du massif cristallin du Finsteraarhorn. Il est formé par les assises du dogger, du malm et quelque peu de crétacé inférieur à plongement nord-ouest. Séparé, par la vallée de Gasteren, du Doldenhorn et du prolongement nord-est des chaînes calcaires intérieures, il l'est à l'ouest par la coupure Gemmi-Daubensee-Spital-

matte des chaines plus extérieures. Au sud-est, il domine de ses bancs calcaires escarpés le lias de la vallée de la Dala, et regarde les terrains cristallins du massif du Finsteraarhorn.

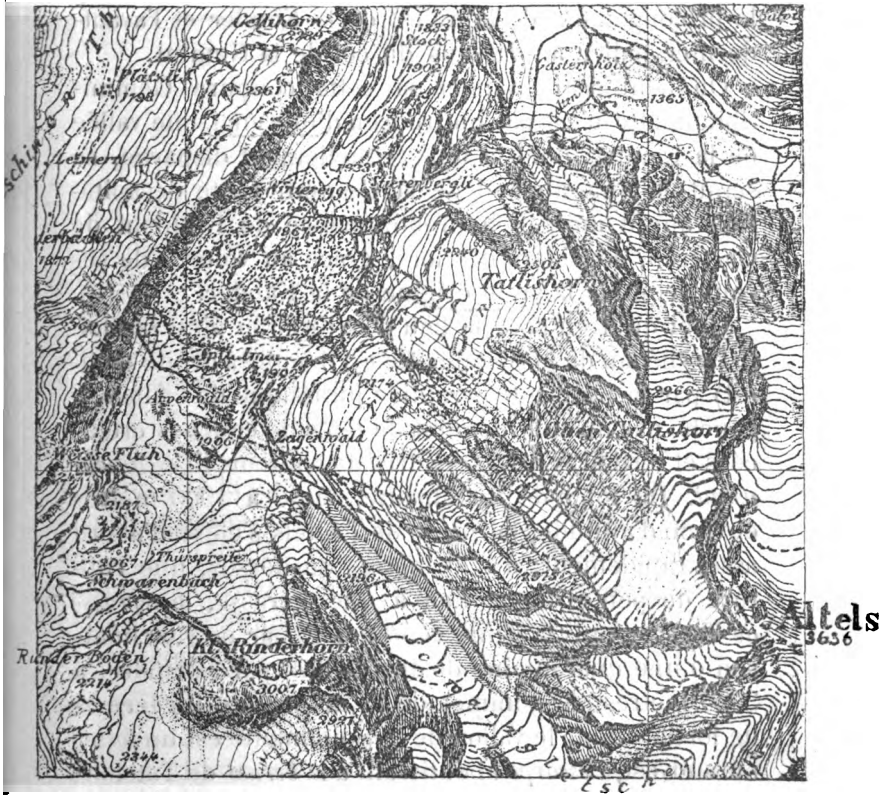


Fig. 1. — CARTE DE L'AVALANCHE DE L'ALTELS

(d'après l'Atlas Siegfried, avec l'autorisation du Bureau topographique fédéral)

Echelle 1 : 50 000

Le cône de l'avalanche est indiqué en pointillé, la rupture en blanc avec courbes de niveau approximatives ponctuées, la trajectoire en traits interrompus, la zone du souffle par un faisceau de traits pointillés convergeant vers le point initial.

Toute la région qui entre en ligne de compte ici est caractérisée par le plongement régulier des couches vers le nord-ouest, et cela sous des angles de 30° à 40° environ.

Le vallon de Spitalmatte est un chéneau isoclinal, le prolongement de la vallée de la Kander et l'avant-dernier palier au-dessous du col de la Gemmi.

On peut se demander si cette coupure Gemmi-Spitalmatte n'est pas un tronçon d'une ancienne vallée de la Kander, dont la tête, actuellement disparue, se serait étendue au sud de la Gemmi. Cette décapitation aurait amené la prédominance de l'affluent de Gasteren, considéré dès lors, grâce au volume de ses eaux, comme la vraie origine de la Kander.

Quoi qu'il en soit, le lieu d'en discuter n'est pas ici.

Le chéneau de la Spitalmatte est flanqué à droite (sud-est) par la puissante pyramide jurassique de l'Altels, à gauche par un escarpement de têtes de couches crétacées et tertiaires de 300 mètres de hauteur, l'*Ueschinenwand*. Du fond de Spitalmatte, situé à 1900 mètres environ d'altitude, la masse de l'Altels s'élève d'abord assez rapidement; à 250 mètres au-dessus, une rupture de pente donne lieu à une terrasse, la *terrasse de Tatelen*; puis la pente reprend, et par une inclinaison d'une quarantaine de degrés finit par atteindre, à 3636 mètres, le sommet de la montagne. En termes de fortification, le vallon de la Spitalmatte est un *fossé*; au sud-est, l'*escarpe* aboutissant à la *berme* de Tatelen; au nord-ouest, la *contrescarpe* de l'*Ueschinenwand*.

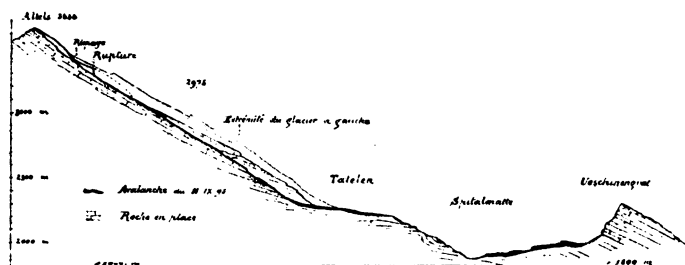


Fig. 2.

Profil transversal suivant la trajectoire de l'avalanche.

Vu de l'Ueschinengrat ou de quelque point situé au nord-ouest, des sommets du Jura, par exemple, le versant de l'Altels se présente sous la forme d'un grand triangle plus ou moins équilatéral, couronné de neige dans son tiers supérieur; du Jura, la partie enneigée est presque seule visible.

La base du triangle de neiges persistantes se maintient depuis nombre d'années à l'altitude de 3050-3100 mètres; sur la gauche de cette base (sud-ouest), descend une queue glaciaire de près de 1 kilomètre de long, sur 150-200 mètres de large, arrivant jusqu'à l'altitude de 2700 mètres environ. L'extrémité de ce petit glacier s'appuie à un renflement local des couches rocheuses.

LES TÉMOIGNAGES

A 5 h. 10 du matin, une servante de l'auberge de Schwarenbach entendit un bruit semblable à celui du tonnerre et crut ressentir une commotion. De Schwarenbach, la Spitalmatte est cachée derrière un pan de rochers; en outre, le 11 septembre, à 5 h. 10 du matin (heure centrale), l'obscurité de la nuit est à

peine suffisamment dissipée pour qu'on puisse distinguer à cette distance de 2,5 kilomètres autre chose que les grands traits du paysage. Néanmoins, on dit avoir vu de Schwarenbach, planant au-dessus de la Spitalmatte, le nuage blanchâtre qui accompagne les avalanches.

Les mêmes observations ont été faites à Kandersteg (5 à 6 kilomètres de distance). Le bruit y fut distinctement perçu par plusieurs personnes, tandis que d'autres, qui étaient pourtant en plein air, n'entendirent rien. Ici également, les uns crurent à un coup de tonnerre, d'autres à un tremblement de terre, d'autres encore à une avalanche. Ceux qui, comme M. Reichen, agent-voyer, ont pu faire quelques observations, rapportent que de derrière le Gellihorn (qui masque la Spitalmatte pour Kandersteg) s'éleva une colonne brumeuse qui parut ensuite s'épanouir et retomber sur Kandersteg. Un homme qui se mettait en devoir de monter à la Gemmi reçut quelques gouttes de pluie; mais, remarquant au-dessus de lui un nuage, il n'y attacha pas grande importance; pourtant, pour les observateurs plus éloignés, le ciel était encore serein et le resta jusque vers 9 ou 10 heures. Les habitants de la vallée d'Ueschinen, collatérale à celle de la Spitalmatte, à 1,5 kilomètre environ au nord-ouest, furent, dit-on, atteints par une légère chute de poussière. Au Torrenthorn, 8 kilomètres au sud de la Spitalmatte, le bruit fut entendu par des ascensionnistes. Il fut perçu encore à Frutigen (16 kilomètres au nord, dans la direction de la vallée). Nous ne connaissons pas d'autres témoignages qui ajoutent quelque chose à ceux-ci.

Ce ne fut que plus tard seulement, à 7 heures, que

des bûcherons qui avaient travaillé dans la forêt d'arolles de la Spitalmatte, en retournant à leur ouvrage, découvrirent le sinistre. Au lieu de l'alpe verdoyante, un monceau de glace et de pierres; au lieu des chalets, une trainée de décombres; au lieu des gaies sonneries de la veille, un silence de mort, les cadavres mutilés des bêtes et des hommes! Ce fut aux bûcherons qu'incomba la mission d'annoncer la catastrophe à Louèche et à Kandersteg.

L'alpe de Spitalmatte, en effet, quoique située à la limite des cantons du Valais et de Berne, et en majeure partie sur ce dernier, était louée à une corporation de Louèche. Suivant un vieil usage, le bétail aurait dû quitter l'alpe le surlendemain, 13 septembre.

LA RUPTURE

La masse détritique et glaciaire qui recouvre la Spitalmatte une fois constatée, il n'est pas malaisé d'en découvrir la provenance.

Au sud-est, le triangle neigeux qui couronne l'Altels a subi une modification importante, visible au loin: sa base, autrefois horizontale, a pris la forme d'un grand arc de cercle, de 400 mètres environ de flèche; à distance, du Jura, par exemple, l'ancien triangle apparaît actuellement comme la partie inférieure d'une gigantesque tour Eiffel; du reste, pas d'autres changements appréciables. (Voir planche à la fin.)

La catastrophe est donc due à la chute subite d'une partie de ce triangle, c'est-à-dire à une *avalanche*..., qu'il s'agisse, du reste, de névé ou de glacier, peu importe pour le moment.

Il paraît évident, à première vue, que la forme en arc de cercle affectée par la rupture est statiquement nécessitée par le fait que les deux angles de base du triangle étaient appuyés, tandis que le milieu ne l'était pas; la rupture a formé voûte en dessous d'une ligne de pression aboutissant aux angles de base; elle est arc-boutée en ces deux points. Elle s'est faite d'un coup et après la première chute de 5 heures du matin, il n'y en a plus eu; ce qu'on a dit de chutes subséquentes n'est qu'un produit de l'imagination toujours féconde des journalistes.

L'étude sur place de la rupture confirme cette idée; l'irrégularité de courbure qui se manifeste dans le bord de l'arc paraît être un produit des circonstances locales. Quelques inégalités d'ordre secondaire pourront encore être égalisées par le temps et donner lieu à de très petites avalanches partielles qui n'atteindront pas le fond de la vallée; sauf cela, la cassure paraît franche et pour le moment définitive.

Voici les dimensions de cette brèche cintrée: corde entre les angles de base, 600 mètres; superficie, 145 000 mètres carrés; épaisseur de la glace, 0 à 40 mètres; épaisseur moyenne, environ 25 mètres; volume de glace épanché, environ 3 800 000 mètres cubes.

Une question importante se posait: la rupture était-elle dessinée à l'avance par des crevasses? Je crois pouvoir hardiment répondre *non*: la région de la clef de voûte coïncide avec une fissure antérieure, de trace horizontale, sur 60 à 80 mètres de longueur seulement, le reste de la rupture est franc. Sur la gauche, à mi-hauteur, quelques crevasses de trace à peu près horizontale atteignent la rupture, peut-être se prolongeaient-elles auparavant plus loin dans la partie

éboulée, mais elles n'ont pu jouer aucun rôle, leur direction n'était certainement pas celle de l'arc de rupture. (Voir planches 1 et 2 à la fin.)

La crevasse principale du glacier, la *rimaye*, est restée intacte; elle n'a pas été atteinte par le phénomène.

Dans la région de la rupture, l'inclinaison du substratum rocheux formé des surfaces de couches jurassiques dépasse peu 35°.

A en juger par celles des pieds-droits restants, l'inclinaison de la surface du glacier était plus forte. Il se terminait en un front convexe, ce que confirment les photographies prises peu de temps avant l'avalanche et le dire des guides. L'inclinaison superficielle du glacier diminue légèrement en dessous de la rimaye, pour augmenter au-dessus jusqu'à 55° et plus; dans le voisinage du sommet, la pente est notablement plus faible. La rimaye marque donc, ici comme bien souvent ailleurs, un changement de pente; c'est à tort qu'induits en erreur par un raccourci de perspective, certains auteurs, qui n'ont examiné la rupture que d'en bas, ont cru constater une coïncidence entre ce changement de pente et le haut de la rupture. Une autre crevasse, large et profonde, sépare, vers la courbe 3150, la langue glaciaire de gauche de la partie supérieure du glacier; c'est pourquoi la rupture empiète sur la prolongation de la langue.

GLACIER OU CHAMP DE NEIGE ?

Nous avons admis jusqu'ici que la rupture avait eu lieu aux dépens d'un *glacier*, glacier de versant (*Hängegletscher*) s'entend. Quelques observateurs des plus

compétents pensent qu'il s'agit plutôt d'un simple névé, le glacier n'étant représenté que par la langue de gauche.

Pour ma part, les observations que j'ai faites dans le cône de l'avalanche ne m'ont montré que de la glace compacte, en grains polyédriques emboîtés, cristallographiquement orientés, comme le prouvent les figures de Tyndall. Dans la région de la rupture, la surface est à vrai dire du névé, mais les neuf dixièmes de la hauteur des falaises de cassure présentent des bandes bleues et tous les caractères de la glace du glacier. Je considère donc la partie inférieure du triangle neigeux de l'Altels comme un véritable glacier, mais j'admets que la ligne de neige superficielle passe actuellement par la rupture elle-même, peut-être à mi-hauteur entre la base et la clef de voûte. La base est à 3050-3100 mètres, la clef vers 3330-3340 mètres d'altitude. L'altitude moyenne de la surface totale (y compris la langue de gauche) est très voisine de 3200 mètres.

LA TRAJECTOIRE

Le chemin parcouru par l'avalanche dans sa descente vers la Spitalmatte est formé de trois tronçons de nature différente. (Voir profil p. 153.)

1. Dans le haut et jusqu'à la terrasse de Tatelen, c'est une large voie dallée par les surfaces de couches du jurassique et encaissée entre les deux hautes falaises en têtes de bancs coupées de l'Ober-Tatlis-horn et des rochers désignés sur la carte par la cote 2975. Là seulement la trajectoire est un *couloir*; large,

dans le haut, de près de 900 mètres, il se rétrécit vers le bas jusqu'à 750 mètres, et est en partie occupé sur la gauche par la langue glaciaire de 150 à 200 mètres de largeur, dont il a été plusieurs fois question déjà. La pente assez régulière, de 30-35°, des surfaces de couches de la voie, est interrompue vers 2650 mètres par un ressaut oblique en dessous duquel elle diminue vers la terrasse de Tatelen. En dessous de l'ancienne extrémité du glacier, soit environ dès 3100 mètres d'altitude, la surface est couverte de fines rainures lapiaires recoupées par quelques fissures très étroites, mais néanmoins bien marquées. Du reste, tout le versant de l'Altels est entièrement débité par des joints dont le système principal est dirigé suivant des plans verticaux, normaux à la direction des couches; un système subordonné présente des joints suivant des plans perpendiculaires, moins inclinés que les surfaces de couches. Tout cela donne au sommet de l'Altels une nature très raboteuse.

2. La *berme* de Tatelen constitue le deuxième tronçon de la trajectoire; elle est formée par des terrains meubles, éboulis, restes d'avalanches en partie gazonnés et à travers lesquels pointe rarement la roche en place.

3. Puis vient l'*escarpe* convexe, occasionnée par un léger ploiement des couches et par des érosions; c'est le tronçon à forte pente (jusqu'à 50°) de la trajectoire.

Enfin la Spitalmatte.

LE CONE

C'est au pied de cette trajectoire, de nature relativement simple et régulière, que s'étend le chaos des débris de l'avalanche. Il n'a qu'une lointaine analogie avec un cône d'éboulis ordinaire; sa surface extrêmement irrégulière, formée d'un dédale de monticules, de bourrelets et de dépressions, rappelle plutôt celle d'un véritable grand éboulement en masse (Rossberg, Kandergrund, etc.), ou même par places un paysage morainique. Il paraît certain que le sous-sol a grandement influencé cette formation superficielle, et il est hors de doute que ce sous-sol lui-même n'est en grande partie qu'un produit d'éboulements d'avalanches... peut-être de glaciers, antérieurs.

Notons comme traits caractéristiques de ce cône d'avalanche :

1. un bourrelet au pied des rochers de l'Ueschinengrat;
2. deux ruptures dans le détritrus qui n'a pu se maintenir sur certaine partie en forte pente du sous-sol (indiquées comme boutonnières dans la carte, page 151);
3. une grande coulée en retour, dirigée du pied de ces ruptures vers l'est, c'est-à-dire vers le Schwarzbach;
4. un vrai cône d'éboulis de glace sortant du ravin qui coupe l'escarpe sous Tatelen, cône qui a donné lieu à :
5. un petit lac de barrage. (Voir pl. 1, à la fin.)

Le cône n'est pas absolument limité à la Spitalmatte. Sur Tatelen déjà existent des dépôts; les anfractuosités ont été comblées. Sur l'escarpement d'Ueschinen, quelques applications détritiques, comme faites à la truelle de maçon, disent assez que l'avalanche a déferlé contre cette paroi. De loin, c'est comme si un grand coup de balai avait nettoyé la trajectoire, projetant sur la Spitalmatte et contre l'Ueschinengrat, le gros des détritiques, mais en en laissant assez sur Tatelen, pour y produire un certain nivellement.

Quant à la nature du détritiques de l'avalanche, c'est un conglomérat vacuolaire de fragments de glace et de pierres de dimensions variables. Entre les blocs de glace plus que céphalaires et la fine poussière de trituration, tous les intermédiaires sont représentés. Le mélange de glace et de pierres ou de poussière rocheuse est parfois très intime, les coupes fraîches dans la masse présentent souvent une teinte grisâtre générale. (Voir pl. 3 à la fin.)

La quantité relative de glace et de pierres dans le cône est difficile à déterminer. Evidemment, la glace prédomine de beaucoup. Les observateurs qui ont étudié les lieux immédiatement après la catastrophe, alors que tout était encore blanc, n'ont pas suffisamment tenu compte du détritiques rocheux. Ceux, au contraire, qui s'y sont rendus plus tard, alors que par suite d'une ablation intense la couche neigeuse superficielle avait disparu et que tout avait pris la teinte noirâtre uniforme des débris de malm, se sont exagéré l'importance de la masse rocheuse entraînée.

M. Heim, qui est des premiers, donne, dans son rapport, 1-2 % de pierres. Ce chiffre me paraît trop bas; d'après ce que j'ai vu en juillet 1896, il doit être au moins triplé ou quadruplé. M. Heim lui-même, qui a dès lors visité de nouveau les lieux, m'écrit aussi: « ... Schutt ist mehr als ich dachte ... »

Outre les pierres, le conglomérat de glace contient des débris végétaux et une bonne partie des cadavres entiers ou déchiquetés du bétail.

Le sol sous-jacent n'est à découvert qu'en de rares endroits, mais il paraît avoir en général peu souffert. Par places, tant sur Tatelen que sur la Spitalmatte, l'ancien gazon existe encore, il est seulement couché dans le sens du mouvement; ailleurs il a été enlevé.

La superficie du cône est de 1 200 000 mètres carrés, ce qui donne une épaisseur moyenne de débris qui serait peu supérieure à 3 mètres, s'ils étaient tassés.

LA ZONE PÉRIPHÉRIQUE

Quoique le cône soit le lieu des dépôts profonds de l'avalanche, les dégâts n'y sont pas restés localisés, au contraire.

Tout autour du cône proprement dit s'étend une région de largeur variable, grêlée de pierres et de débris de glace, s'étendant quelquefois jusqu'à près d'un kilomètre du cône.

C'est en particulier sur la gauche, là où le chéneau de Spitalmatte se rétrécit en forme de cul-de-sac partiel, que la zone périphérique a été le théâtre des grands dégâts dus au courant d'air, au vent de l'avalanche, au *souffle*, comme nous dirons.

En face, dans la direction du mouvement, l'Ueschinengrat, à 2300 mètres, soit encore plus de 400 mètres au-dessus du Schwarzbach, a reçu des pierres pugilaires, tandis que, comme je l'ai dit plus haut, la pluie de poussière atteignait les chalets d'Ueschinen (1,5-2 km. du cône.)

A droite, où le vallon est largement ouvert sur les paliers inférieurs de Gasteren et Kandersteg, la zone périphérique grêlée est plus étroite, les effets du souffle n'y sont que très peu de chose.

Sur Tatelen, cette zone est limitée par deux droites formant les prolongements des falaises de l'Ober-Tatlishorn et des rochers 2975, qui encaissent le couloir. Le souffle paraît n'y avoir joué aucun rôle.

La dimension du cône, augmentée de celle de la zone périphérique atteinte par la grêle de pierres, est de 2 750 000 mètres carrés.

LES EFFETS DU SOUFFLE

Ces effets ont été si considérables et entrent pour une si grande part dans l'ensemble des dégâts matériels causés par l'avalanche, qu'il vaut la peine d'en dire encore quelques mots. (Voir pl. 4 à la fin.)

Les effets du souffle sont donc localisés dans le fond du chéneau de Spitalmatte; ils ne se sont fait sentir ni sur Tatelen, ni sur l'arête d'Ueschinen, où de petits arolles et d'autres objets mobiles n'ont subi aucun déplacement.

Dans le chéneau lui-même, ils ont porté presque exclusivement sur le cul-de-sac partiel d'amont, où se trouvaient les forêts d'arolles et les chalets.

Les forêts sont rasées. Les arbres, coupés par le pied ou à une certaine hauteur, suivant qu'ils étaient directement exposés au vent ou situés dans des dépressions, sont couchés dans le sens du mouvement, la cime à l'extérieur; ils sont en partie ébranchés et entièrement pelés sur leur face libre. Les chalets sont détruits, les parties tout à fait inférieures de leurs pans de mur subsistent seules, le reste est enlevé, les poutraisons forment, sous le vent, une traînée de quelque cent à cent cinquante mètres de long, prolongée encore par les débris plus menus des toitures. A l'extrémité de la traînée se trouvaient, plus ou moins mutilés, décapités, enroulés autour des bois, les cadavres de quatre hommes qui occupaient les chalets au moment de la catastrophe. Les deux autres qui ont disparu étaient probablement sortis déjà et auront été ensevelis avec le bétail.

Un chalet nouvellement construit au milieu de la Spitalmatte, sur l'emplacement du cône actuel, a eu sa poutraison projetée dans les rochers de l'Ueschinenwand, où elle se trouve encore à mi-hauteur de la paroi; les menus débris de toiture sont seuls parvenus au sommet de l'arête.

Un fait est frappant, c'est la convergence presque rigoureuse des arbres, des débris de chalets, etc., vers un point situé au-dessus du thalweg, en avant du ravin qui coupe l'escarpe sous Tatelen. (Cette convergence est indiquée par les traits pointillés de la carte, page 151.)

La superficie de forêts entièrement dévastées est de 9 hectares environ.

LA DYNAMIQUE DU PHÉNOMÈNE

Nous ne savons absolument rien des signes précurseurs de la rupture, mais il est peu probable que pareil phénomène se soit produit sans aucun avant-coureur. Il est possible que les extensions, les ruptures partielles du glacier qui ont dû précéder la rupture définitive aient passé inaperçues aux habitants de la Spitalmatte; il est possible qu'ils s'en soient doutés, mais que, comme dans tant d'autres cas analogues, ils se soient crus assez éloignés et à l'abri de tout danger.

Quoi qu'il en soit, on peut se représenter à peu près comment, le 11 septembre au matin, la rupture étant consommée, le segment se détacha, glissant, le centre en tête et formant la grande masse, le long de sa trajectoire. Peu à peu, le mouvement devint de plus en plus rapide, jusqu'à acquérir une vitesse vertigineuse.

Arrivée sur Tatelen, la grande masse de tête subit un léger relèvement, par le fait de l'aplatissement du versant; au lieu de suivre la contrescarpe, elle fut projetée à travers les airs de l'autre côté du thalweg, reprit terre sur la pente nord-est de la Spitalmatte, et s'en vint, gravissant cette pente, déferler enfin contre la paroi d'Ueschinen, retombant en arrière et donnant lieu au bourrelet de détritiques qui se trouve amoncelé ici. Mais le sous-sol, en partie trop incliné pour que la masse pût s'y maintenir, occasionna la coulée de retour de droite. Pendant ce temps, la queue de la trainée de matériaux en mouvement s'arrêtait en partie sur Tatelen ou venait dans sa

marche plus lente s'étaler au pied de l'escarpe, en forme de cône d'éboulis normal, barrant légèrement le cours du Schwarzbach.

Il est fort heureux que le thalweg se trouve précisément dans l'angle mort sous Tatelen, autrement un barrage bien plus considérable se fût produit, dont les conséquences pour la vallée de la Kander eussent pu être graves.

Tout ceci doit s'être passé en moins de temps qu'il n'en faut pour le décrire. MM. Heim et Brückner estiment à environ 120 mètres par seconde la vitesse de la masse au pied de la pente; le temps écoulé entre la rupture et l'arrivée de l'avalanche sur la Spitalmatte peut être évalué à une minute.

L'origine du souffle est clairement indiquée par ses effets, le souffle n'est point un simple courant d'air précédant l'avalanche, car il n'existait pas sur Tatelen et n'existait plus sur l'Ueschinengrat. C'est un produit de la compression de l'air du chéneau de Spitalmatte par la masse de l'avalanche, alors que celle-ci traversait les airs au-dessus du thalweg; de là, l'air s'échappa dans toutes les directions, la seule ouverte est celle d'aval, c'est là que les dégâts sont les moindres, tandis qu'ils sont considérables dans les parties d'amont en cul-de-sac.

Ainsi les traces de la catastrophe, telles qu'elles étaient conservées quelques jours après et que nous les avons décrites, sont suffisamment claires pour nous permettre de reconstituer les grands traits au moins de la marche du phénomène.

On est un peu plus embarrassé à première vue, pour se rendre compte de la provenance du détritit pierreux du cône, car, d'une part, la glace du glacier de l'Al-

tels est très pure; de l'autre, il ne semble pas que la trajectoire ait jamais été très encombrée de pierres. Il faut cependant remarquer que, grâce aux divers systèmes de joints qui fissurent la masse de l'Altels, il a pu être entraîné quelques matériaux le long de la trajectoire, sans que pour cela elle présente de traces évidentes d'érosion. De plus, les parois latérales de l'Ober-Tatlishorn donnent lieu à des talus d'éboulis qui se montrent actuellement en partie fraîchement coupés à la base, il est hors de doute que c'est l'avalanche qui a entraîné une partie de leurs matériaux. Enfin, le bas de la trajectoire, à son raccordement avec Tatelen, présente des masses de détritrus dénuées de végétation, d'où une partie des matériaux pierreux de l'avalanche peut avoir été tirée.

Admettant que les 120 hectares du cône soient couverts d'une couche de pierres de 8 à 10 centimètres en moyenne, la hauteur moyenne de pierres enlevées sur la trajectoire, de 170 hectares, serait d'environ 6 à 7 centimètres seulement.

LES CAUSES

La connaissance exacte des causes qui ont amené la rupture du glacier est évidemment de la plus haute importance pratique. Elle seule nous permettrait de prévoir le retour de pareilles catastrophes et de juger des moyens propres à les prévenir.

Remarquons d'abord qu'il s'agit, dans le cas spécial que nous étudions, d'une véritable rupture sèche, sans aucune accumulation d'eau, car il n'existait nulle part des traces de ruissellement, en dessous du gla-

cier les surfaces de couches étaient sèches. C'est une rupture par gravité.

En second lieu, constatons que le phénomène est périodique à l'Altels, puisqu'il se produisit déjà en 1782.

On est ainsi conduit à se demander si la périodicité en question dépend des circonstances topographiques, comme c'est le cas dans tant d'autres chutes de glaciers.

Nous pouvons hardiment affirmer qu'il n'en est rien et que ce n'est pas lorsque le glacier de l'Altels atteint certaines dimensions limites que son extrémité s'écroule. Les premiers levés au 1 : 50 000, datant des années 1846-1849, dont j'ai pu prendre connaissance au Bureau topographique, montrent clairement qu'alors le glacier était notablement plus grand, descendait bien plus bas qu'actuellement.

Dès l'avalanche de 1782, le glacier s'était donc non seulement régénéré, mais encore il était, peu avant 1850, plus grand qu'il n'a été par la suite, sans qu'un éboulement soit intervenu alors.

M. Heim s'est demandé quelles étaient sur la pente des surfaces de couches de l'Altels les conditions d'équilibre d'une masse de glace de dimensions semblables à celles de la brèche actuelle. Sur la base d'un calcul de M. Huber, il affirme que pareille masse de glace ne pouvait rester immobile sur son fond de 30° d'inclinaison par simple cohésion avec les parties supérieures, mais que, pour pouvoir se maintenir, elle devait être gelée au sous-sol.

Il est permis de se méfier des coefficients introduits par M. Huber dans son calcul, ils appartiennent à cette catégorie de valeurs encore trop peu

connues et déterminées dans des conditions qui ne sont peut-être pas celles de la nature. Néanmoins il me paraît certain que le glacier était en grande partie congelé sur le rocher. En effet, tandis que les surfaces de couches présentent, comme je l'ai dit, en dessous de 3100 mètres, des traces de lente corrosion des eaux de ruissellement, ces traces disparaissent de plus en plus au-dessus; il n'y avait donc pas de ruissellement d'eau sous le glacier, ce qui ne pouvait arriver que pour autant que la température y était inférieure à zéro.

Il me paraît donc que lors même qu'on ne considérerait pas comme une nécessité physique la congélation du glacier au sous-sol, un observateur attentif de la nature de ce sous-sol s'en convaincra sûrement.

Reste à savoir comment et ensuite de quoi a pu se produire un décollement qui, comme nous l'avons vu, n'est pas un phénomène hydrologique.

A cette question, M. Heim répond: Par réchauffement du sous-sol, par une ascension de la géo-isotherme $\pm 0^\circ$, après l'été très chaud de 1895 et ensuite de l'effet cumulatif des étés chauds de 1893, 1894 et 1895.

Le fait est que d'une part il paraît assez clair que la décongélation ne peut provenir d'en haut, de la glace elle-même, obligée de conserver une température égale ou inférieure à zéro. D'autre part, les recherches de M. Forel ont montré que la catastrophe de 1782 avait suivi aussi un été anormalement chaud... Assurément, on connaît d'autres étés très chauds qui n'ont pas été suivis de catastrophe, comme par exemple celui de 1834; mais, dit M. Heim, ils suivaient d'autres étés de nature toute différente: il n'y avait pas effet cumulatif.

Cependant la possibilité d'une ascension appréciable des géoisothermes dans l'espace de trois ans, par simple conductibilité, sur des points éloignés des surfaces d'insolation de 200-300 mètres, c'est là un phénomène physique bien difficile à admettre.

M. Heim pense, à la vérité, que cette variation a été appuyée par l'effet des eaux d'infiltration chaudes provenant des abrupts du versant ensoleillé de la montagne. Mais..., outre qu'il y a là peu de neige à fondre, la surface de ces parois étant bien petite et leur inclinaison si grande que la neige ne s'y maintient jamais; le peu d'eau produit là ne s'infiltre assurément qu'en quantités infimes; aussitôt produit, il doit ruisseler. Puis, ces eaux d'infiltration des têtes de couches sud, je les cherche en vain là où elles pourraient réparaître sur le versant nord...

Enfin, malgré l'effet des eaux d'infiltration, il est constant que l'oscillation annuelle de la température ne se fait sentir, dans nos latitudes, que jusqu'à 25 ou 30 mètres au plus de profondeur; peut-être va-t-elle un peu plus loin sur les hautes montagnes isolées de la nature de l'Altels, où l'oscillation a davantage d'amplitude; mais, qu'une période trisannuelle se fasse sentir à travers 200-300 mètres de roche, c'est peu probable.

En d'autres mots, le phénomène d'ascension de la géoisotherme, s'il entre réellement en ligne de compte, doit avoir été beaucoup plus long que ne le pense M. Heim. Un élément capable de jeter quelque lumière sur cette question, c'est :

L'HISTOIRE DES VARIATIONS DU GLACIER

Le premier document précis dont j'aie connaissance est le levé au 1:50 000 de 1846, dont la minute existe au Bureau topographique. Dès lors, plus rien jusqu'en 1881-1882, date de la revision de la carte; le glacier a considérablement décrû. Une photographie de septembre 1881 corrobore la carte topographique. Je possède trois autres photographies datant de 1887, 1893 et 1895, prises toutes de Schwarenbach, à des moments où, à en juger par les pentes du Tatlishorn et de 2975, l'enneigement devait être à peu près normal.

Ces vues démontrent une crûe appréciable du glacier, au moins dans sa partie centrale et orientale, tandis que la langue de gauche n'a guère varié, probablement par le fait qu'elle s'arrête à une augmentation de pente, où elle se brise. La crûe doit avoir pris fin en 1893, car la photographie de 1895 nous montre le glacier un peu retiré mais présentant un front plus épais.

Or, au dire des guides, tous les glaciers de la région sont en retraite constante depuis longtemps, l'enneigement des hautes cimes, entre autres de l'Altels et du Balmhorn, diminue de plus en plus, en sorte qu'on atteint ces sommets en suivant des arêtes rocheuses de plus en plus longues. Quelques observations faites dans le groupe Altels-Balmhorn en 1889 et en 1895 me conduisent personnellement au même résultat.

Donc, d'une part, augmentation dans les dimensions du glacier, au moins jusqu'en 1893, mais, d'autre part, recul de l'enneigement.

Il semble que nous assistions à un phénomène de très lente extension du glacier, qui, n'étant pas attribuable à une augmentation de masse, de pesanteur, ne pourrait être dû qu'à un accroissement de plasticité sous l'influence d'une élévation de la température moyenne de la glace — on sait, en effet, l'influence considérable de la température sur la plasticité de la glace.

Cette idée est corroborée par une observation du guide S. Ogi, qui me disait, lors de ma première visite de septembre 1895, qu'en 1895 le front du glacier était très raide, il avait « l'apparence d'une goutte ».

Si cette hypothèse est fondée, nous aurions dans l'extension plastique du glacier de l'Altels l'indice d'une lente élévation de la température moyenne annuelle depuis 1881 au moins. Il s'agirait d'une oscillation climatique de longue durée, capable d'agir profondément sur les géoisothermes.

L'idée de M. Heim, de décollement par suite d'ascension des géoisothermes, n'est pas improbable, à condition d'admettre que cette ascension se produit depuis de longues années ; M. Heim l'a dès lors reconnu lui-même dans l'échange de vues que nous avons eu à ce sujet à la séance de la section de géologie de la Société helvétique des sciences naturelles, à Zurich, en 1896.

Du reste, il ne me paraît pas possible de se prononcer actuellement d'une manière tout à fait définitive sur cette question. Bien des observations restent à faire, et il serait très désirable que nous eussions à notre disposition des matériaux un peu plus complets sur la température du sol à diverses altitudes et à différentes profondeurs.

L'étude de la régénération du glacier présentera aussi un certain intérêt. La brèche se remplira-t-elle par descente des masses de glace et de névé surincombantes ou par accumulation pure et simple de neige fraîche sur place? L'expérience de 1896 est peu concluante à cet égard, le temps ayant été trop exceptionnellement défavorable pendant tout l'été, de telle façon que non seulement la brèche ne s'est pas dégarnie de neige, mais qu'elle en présentait même davantage vers la fin de septembre que deux mois auparavant.

MESURES PROPHYLACTIQUES

Comme toutes les catastrophes glaciaires de nature périodique, l'avalanche de l'Altels se reproduira... une fois ou l'autre.

Peut-on en empêcher le retour?

Si la cause de la catastrophe est due à l'ascension des géoisothes dans l'intérieur de la montagne, on ne peut évidemment couper le mal à sa racine. Par contre, on pourrait, théoriquement du moins, augmenter assez le frottement de la glace sur le fond rocheux pour lui permettre de s'y maintenir.

Pour cela, il faudrait créer des aspérités artificielles suffisantes, soit en découpant la pente en une série de gradins successifs, soit en y implantant des pieux de fer, comme on le fait pour les avalanches. Mais... il est évident que l'un ou l'autre de ces moyens conduirait à des frais absolument hors de proportion avec les avantages qu'on en retirerait.

Quant à empêcher artificiellement le glacier de se régénérer, à le faire se briser sur une rupture de

pente créée *ad hoc*, comme le propose M. Forel, on ne le peut si, comme cette année (1896), la neige s'accumule sur place.

Il semble donc qu'aucun moyen pratiquement réalisable ne permette une correction du glacier de l'Altels.

Il faut laisser les catastrophes suivre leur cours et se borner à les rendre aussi inoffensives que possible : en reconstruisant les chalets à l'abri des caprices du glacier, en faisant passer le chemin si fréquenté de la Gemmi dans l'angle mort sous Tatelen, en évacuant l'alpage de bonne heure lorsque l'été est chaud, enfin et surtout en observant le glacier, car la production absolument subite de pareils phénomènes n'est pas admissible.

Les catastrophes glaciaires qui ont déjà été à plusieurs reprises très dévastatrices pour différentes régions du territoire alpin (Bies, Giétroz, etc.) sont pour la plupart des événements périodiques qu'il serait facile de prévoir et contre lesquels il serait facile de se prémunir; mais, pour cela, il faudrait des observations régulières, un système d'observations faites par le moyen d'organes capables. Jusqu'ici, rien d'officiel n'a été fait. La connaissance même de nos glaciers, abstraction faite de notre carte topographique, est due exclusivement à des entreprises de caractère privé. Les travaux de mensuration du glacier du Rhône, entrepris jadis par le Club Alpin suisse et qui sont destinés à porter leurs fruits dans tout ce qui touche à la connaissance des glaciers, sont actuellement en mains de la Commission des glaciers de la Société helvétique des sciences naturelles, qui ne vit et ne travaille que grâce à des contributions de caractère privé.

Il semble que dans ce domaine l'initiative privée ait donné ce qu'elle pouvait produire et que ce soit maintenant à l'Etat à organiser ce service.

Un premier pas a été fait dans cette voie, d'abord par le service des forêts du canton du Valais, puis par notre Inspecteur fédéral en chef des forêts, qui s'est rendu compte clairement de l'importance pratique considérable d'observations glaciaires et en a chargé ses agents. Par cette voie, nous arrivent chaque année une quantité d'observations de bonne qualité sur les variations subies par certains glaciers, observations qui sont enregistrées dans les rapports annuels de M. Forel. (*Jahrb. des S. A. C.*) Mais... le nombre des glaciers en observation n'est encore qu'une infime minorité; tant qu'il en sera ainsi et tant que les observations organisées se borneront à l'extrémité inférieure des glaciers, les résultats pratiques resteront nécessairement maigres, surtout en ce qui concerne la prévision des catastrophes.

Il paraît évident que le service forestier est déjà suffisamment chargé chez nous pour qu'il soit impossible d'en attendre davantage. Les Commissions météorologique et géologique qui auraient scientifiquement intérêt à étudier les glaciers de plus près, sont très mal dotées et ne peuvent souvent faire face honorablement à la tâche principale qui leur incombe.

Nous vivons en un temps de folle dilapidation des deniers publics, que nous avons apprise des puissances voisines, sans toutefois en apprendre les correctifs. Le protectionnisme élève ses barrières, facilitant en apparence la lutte pour la vie, créant en réalité un équilibre économique instable et néfaste... encore si ses produits étaient utilement consommés,

mais tant s'en faut. L'utilisation de l'énergie disponible dans la nature, la régularisation de son travail, l'accumulation de ses ressources subites qui, actuellement, ne sont que des fléaux; tout cela demande du temps, des connaissances, des ressources que nous aurions si elles n'étaient pas si souvent vilipendées... et cela profiterait au grand nombre tout autrement que la majoration constante des budgets militaires, dont on n'entrevoit pas la fin, mais dont on reconnaîtra bientôt les désastres.

BIBLIOGRAPHIE

Heim, loc. cit., p. 4.

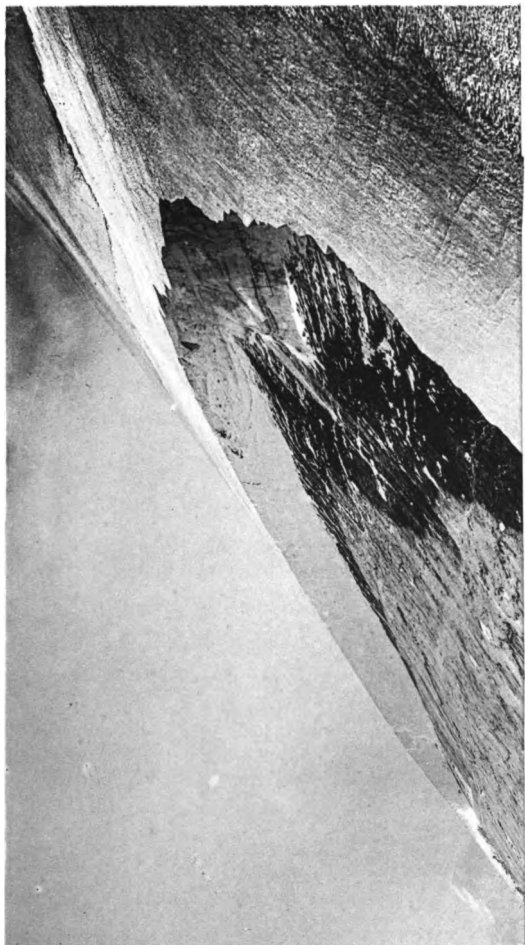
Maria. M. Ogilvie. The «Gemmi» Disaster (Nature 1895, vol. 52, p. 573-575). Bonnes figures de l'extrémité de la coulée de retour, de la structure de la glace, etc. Données numériques peu exactes.

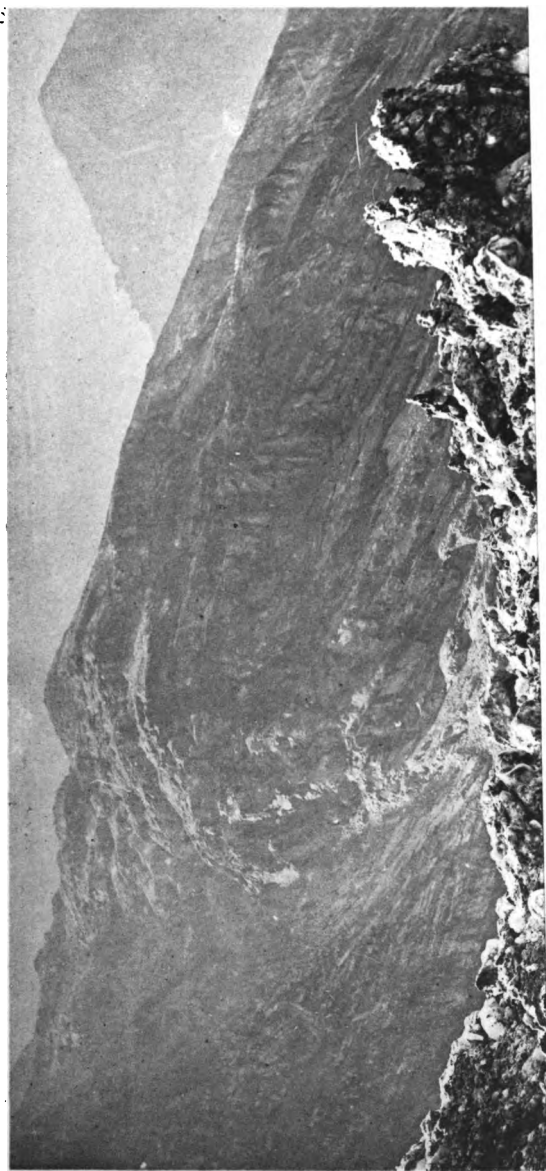
F. Toulà. Die Gletscherlawine a. d. Altels u. d. Schwund des Karlseisfeldes. (Vortr. d. Ver. Verbr. naturw. Kenntn. i. Wien 1896. XXXVI. Heft 10). Pour l'Altels, basé sur le rapport de M. Heim.

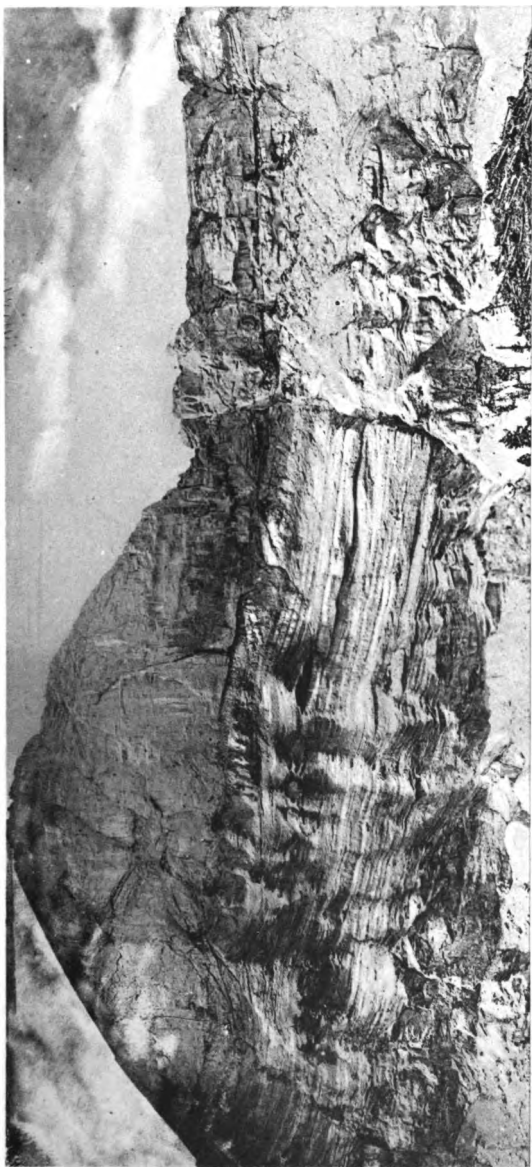
C. S. Du Riche Beller. The Ice Avalanche on the Gemmi Pass (Engineering, 11 oct. 1895). Anciennes dimensions du glacier tout à fait fausses.

Léon Du Pasquier. L'avalanche du glacier de l'Altels (Annales de Géographie 1896, p. 458-468).









LE LAIT STÉRILISÉ

PAR HERMANN DE PURY, CHIMISTE

Historique.

Le lait étant l'aliment complet par excellence, et par cela même sujet à s'altérer et à se décomposer rapidement, l'homme s'est efforcé, dès la plus haute antiquité, de trouver des moyens de le conserver. De tout temps les Mongols et les Lapons ont conservé le lait de leurs rennes en le congelant ou tout au moins en le refroidissant fortement après l'avoir mis dans des vessies que leur fournissent ces mêmes animaux.

C'est un procédé analogue qui est actuellement employé dans bien des parties de l'Europe. Le fournisseur refroidit son lait tout de suite après la traite, et peut ainsi expédier du lait frais en excellent état dans les grands centres.

Chacun sait que c'est à la température du corps, soit de 30 à 40°, que les ferments se développent le plus rapidement; aussi en refroidissant le lait qui, au sortir du pis de la vache, a naturellement la température du corps de celle-ci, l'accroissement des microbes est considérablement ralenti. Mais ce n'est qu'une préservation temporaire; dès que le lait reprend une température plus élevée, ses hôtes invisibles se réveillent et commencent à nouveau leur travail de destruction. On a cherché à rendre plus

efficace cette conservation par le froid, en soumettant le lait à la congélation, dans la pensée qu'un froid intense tuerait les ferments. Mais cet espoir fut déçu. D'ailleurs, si le lait congelé se conserve plus longtemps, sa constitution change un peu, la crème en particulier s'agglomère beaucoup plus facilement en beurre; aussi cette pratique a-t-elle été en général abandonnée. Ce procédé est encore employé pour l'envoi du lait de Hollande en Angleterre; en outre, la plupart des agriculteurs suisses et des laitiers refroidissent leur lait après la traite par de l'eau froide dans des réfrigérants spéciaux avant de l'expédier dans les villes.

Une autre méthode, qui plait à première vue, est l'électrisation. On espérait par là détruire les ferments et assurer la conservation du lait sans avoir besoin de recourir à des changements de température ou à des procédés chimiques, toujours plus ou moins préjudiciables à la saveur et à la digestibilité de cet aliment. Malheureusement, les essais faits jusqu'ici n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

Les moyens physiques dont nous venons de parler ne valant pas grand'chose, on a eu recours à la chimie.

Les ferments qui se développent immédiatement après la traite produisent des acides, en particulier l'acide lactique, qui, lorsque la proportion devient trop forte, décomposent les sels solubles de la caséine et amènent la coagulation; il n'y avait donc qu'un pas à faire pour arriver à l'idée qu'en neutralisant les acides à mesure qu'ils se forment, on empêcherait la caséine de se précipiter et par là même on assurerait pour un temps plus ou moins long la conservation du lait. Ce résultat est obtenu par l'addition

d'une faible quantité de carbonate de soude, mais on est tout de suite arrêté par la crainte de donner un mauvais goût au lait. En effet, dès qu'on fait bouillir un lait neutralisé par le carbonate de soude, la couleur change, le lait devient brun, la transparence du liquide augmente et sa saveur devient savonneuse.

L'action de l'acide borique est toute différente; il agit comme antiseptique. Certains microbes, en particulier les ferments des matières albuminoïdes, peuvent amener la coagulation par sécrétion de présure; dans ce cas l'action du carbonate de soude est tout à fait insuffisante; l'acide borique, par contre, agissant comme antiseptique, empêchera le développement de ces ferments et sera par conséquent préférable au carbonate de soude.

Enfin le borax, par son caractère intermédiaire entre les deux corps dont nous venons de parler, agira comme antiseptique de la même manière que l'acide borique, et puisqu'il est alcalin, il neutralisera les acides du lait comme le fait le carbonate de soude.

L'emploi de ces corps chimiques d'un prix minime est malheureusement beaucoup trop fréquent, et de nombreux abus se produisent. Ils ne servent qu'à encourager la malpropreté sans détruire les ferments.

Il n'y a donc jusqu'ici aucun moyen de conserver le lait sans se servir de la chaleur. Examinons maintenant les divers procédés employés. Nous ne faisons que citer en passant les procédés de condensation du lait, avec ou sans adjonction de sucre. La manière la plus simple et la plus connue de conserver le lait pendant un temps restreint, est celle qu'emploient toutes nos ménagères par les grandes chaleurs et qui consiste en une simple ébullition du lait, qui tue la

majeure partie des ferments. Avant de passer à l'examen des différentes méthodes de pasteurisation et de stérilisation, voyons rapidement quelle est l'influence de la chaleur sur le lait et ses habitants.

C'est Pasteur qui le premier a démontré qu'une simple ébullition du lait était insuffisante pour le débarrasser de ses ferments. Il est vrai que tous les ferments pathogènes et autres sont tués à 60°; mais si les ferments comme tels n'existent plus à cette température, il en est parmi eux qui ont des spores, et les spores du ferment butyrique ne sont tuées qu'à une température de 120°. Or, à cette dernière température, le lait change de composition et prend un goût de cuit, se colore en rouge brun, la peau se forme, la crème fond, en un mot le lait se décompose et devient tout à fait indigeste. A 70° déjà, le lait commence à subir une certaine décomposition provenant d'une coagulation partielle et invisible à l'œil, de la caséine, et qui se remarque fort bien si l'on essaie de coaguler par la présure du lait soumis à cette température. Au lieu de se feutrer comme dans le lait normal, le coagulum est formé de flocons séparés, rétractés, et devient mou et coulant. En outre, et probablement pour la même raison, le goût du lait change déjà légèrement. Enfin, à mesure que la température augmente et que l'on se rapproche de 120°, le retard de coagulation par la présure devient de plus en plus marqué; à 120°, le lait noircit et prend un goût détestable. Si la température de 120° est maintenue un certain temps, la caséine finit par se précipiter sous l'influence de l'acide carbonique. Le goût de cuit et de caramel qui apparaît déjà avant cette température est probablement dû à diverses

causes, entre autres à la caramélisation du sucre, à une oxydation et enfin à une décomposition partielle de la caséine.

Toutes ces altérations rendent les laits stérilisés désagréables à la consommation et provoquent au bout de peu de temps un profond dégoût de cet aliment. Comme il est néanmoins nécessaire d'avoir dans certains cas du lait stérilisé ne contenant pas les principes de toutes les maladies pathogènes, il a surgi une quantité innombrable de méthodes de stérilisation.

Pasteurisation.

On a naturellement commencé par chercher des procédés de stérilisation à une température inférieure à 70°, afin d'éviter toutes les altérations dont nous venons de parler. A cette température, il est vrai, tous les ferments, aussi bien butyrique et lactique que les microbes pathogènes, sont tués; et l'on est sûr d'avoir un lait purgé des bacilles de la fièvre typhoïde, de la tuberculose, du microbe de la pneumonie et même des germes inconnus de la scarlatine et de la variole, tous ces êtres étant complètement détruits par un chauffage d'une demi-heure à 70°; mais si ce procédé, appelé *pasteurisation*, peut rendre dans certains cas de grands services, il n'assure aucunement une conservation tant soit peu prolongée du lait, les spores des ferments butyrique ou lactique résistant, comme nous l'avons vu plus haut, à une température inférieure à 120°.

Stérilisation fractionnée.

Toujours afin d'éviter cette malheureuse température de 120°, différentes méthodes ont été proposées

par divers chimistes et fabricants, basées sur le fait suivant : en pasteurisant un lait plusieurs jours de suite, par exemple, les spores des ferments détruits dans la première pasteurisation ayant eu le temps de se développer dans l'intervalle des deux chauffes, étaient tuées, à l'état de ferments, par la seconde pasteurisation, et si quelques spores avaient échappé, elles l'étaient par la troisième ou la quatrième.

Gay-Lussac stérilisait le lait en le faisant bouillir tous les deux jours.

Dahl chauffe le lait pendant $1\frac{3}{4}$ heure à 70° , et le refroidit ensuite à 40° pendant $1\frac{3}{4}$ heure, puis le chauffe de nouveau rapidement à 70° , et répète cette opération une ou deux fois.

Enfin *Tyndall* fait bouillir le lait une minute par jour pendant trois jours de suite, et réussit à tuer des ferments résistant à deux heures d'ébullition.

Ces diverses méthodes, peut-être excellentes théoriquement, ont un grand inconvénient pratique, et surtout pour la fabrication en grand. Ces chauffes répétées reviennent beaucoup trop cher et augmentent dans de trop fortes proportions le prix de revient du lait stérilisé; aussi, malgré les inconvénients que nous avons signalés, il existe un grand nombre de fabriques stérilisant en-dessus de 100° .

Stérilisation en dessus de 100° .

Je me bornerai à citer ici certaines températures et certains modes de stérilisation, sans indiquer les noms des fabriques où ils sont employés.

La méthode la plus défectueuse qui soit encore employée consiste en une chauffe de 40 minutes, à

120°; inutile de dire que le lait stérilisé à cette température a un fort mauvais goût.

Une chauffe plus prolongée, ou même répétée deux ou trois fois, de 107 à 110° dans la vapeur d'eau sous pression est assez employée. Les laits stérilisés à cette température ont un goût de cuit très prononcé, une couleur gris jaune, enfin la crème est transformée en beurre fondu.

D'autres fabricants soumettent le lait à une chauffe variant, suivant la saison, de une et deux heures à la température de 103 à 105°; ou bien aussi en chauffant à deux reprises à 103°. Nous rencontrons dans toutes ces méthodes les mêmes inconvénients.

Dans les divers procédés cités plus haut, le lait est contenu dans des boîtes en fer blanc ou dans des bouteilles. Ces boîtes et bouteilles sont ou fermées avant la cuisson, ou, après une première chauffe, fermées à l'air, puis soumises pendant un temps plus court à une seconde chauffe. Enfin, dans certains cas, comme avec les bouteilles à fermeture à ressort (bouteille à bière), elles peuvent être fermées par une machine spéciale, dans l'autoclave où se fait la stérilisation.

Procédé de M. Cazeneuve.

Jusqu'ici aucun procédé ne donnait de bons résultats. Ils étaient tous ou mauvais, ou trop chers, les laits étaient indigestes, avaient un mauvais goût, une certaine coloration, la crème était fondue, etc.. etc.

M. Cazeneuve, chimiste à Lyon, a trouvé (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, série 3, tome XIII, p. 502) que du lait, soumis à la température de l'eau bouillante durant une heure à une heure et demie,

pouvait se conserver aussi longtemps que par les autres procédés de stérilisation.

Je me permets ici de citer quelques passages de son mémoire :

« Depuis que les bactériologistes ont constaté la résistance relative des ferments lactique ou autres, à la température de 100°, la stérilisation à une température de 110-115° a paru s'imposer dans la pratique aux hygiénistes et aux chimistes. L'industrie s'inspirant de ces données a installé des appareils destinés à chauffer, sous pression, du lait enfermé dans des flacons appropriés, qu'on bouche avec du liège ou des rondelles de caoutchouc, maintenues par une armature métallique (Soxhlet, Dr Budin).

« Plusieurs inconvénients résultent de ce mode opératoire : le lait se colore en jaune, par suite de la réaction des alcalis sur la lactose... Il prend un goût de brûlé ou de peptone désagréable ; de plus, les globules de crème se fusionnent en beurre... Ensuite, le bouchage avec le liège et le caoutchouc est souvent infidèle, ce dernier s'altère avec le temps et donne au lait une saveur détestable, l'air mal chassé donne peu à peu à la crème un goût de suif.

« D'autre part, l'expérience démontre que le lait chauffé à l'abri de l'air, de 97 à 100°, pendant une heure, ne subit aucune modification qui en altère la couleur ou le goût. Les globules de crème ne s'agglomèrent pas comme à 100°. Fait même digne d'attention, la crème d'un lait chauffé de 70 à 100°, pendant quelque temps, se rassemble moins facilement à la surface. »

Pour arriver à son but, M. Cazeneuve a construit un outillage spécial. Le lait est enfermé dans des

flacons dont le goulot se termine par une vis extérieure, permettant d'y adapter un anneau en fer blanc. En dessus de la vis se trouve un méplat sur lequel s'applique une rondelle de caoutchouc; enfin, par dessus cette rondelle vient se placer une capsule en étain pur. Le tout est serré par l'anneau en fer blanc, se vissant au col de la bouteille. La capsule en étain est munie d'un petit cône percé d'un trou de 0,5 millimètre de diamètre. Le lait enfermé préalablement dans la bouteille est soumis à une cuisson au bain-marie. L'acide carbonique, les vapeurs d'eau et l'air contenus dans la bouteille s'échappent par l'orifice ménagé dans le cône. Dans le voisinage de 100°, le lait dégage de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique, lesquels purifient le flacon de toute trace d'air. Après cuisson d'une heure au bain-marie, au sein de l'eau bouillante, celle-ci dépassant l'orifice du cône de la capsule, ce dernier est aplati avec une pince à mors plats.

Après un certain nombre d'expériences, M. Caze-neuve tire les conclusions suivantes :

« 1° S'il est vrai qu'une chauffe de 110° (Pasteur, Huepp), pendant une demi-heure, est nécessaire pour tuer le ferment lactique, une température de 98-100°, pendant une heure, souvent le détruit, et dans tous les cas, toujours l'atténue au point de le rendre stérile dans ce lait désoxygéné, et cela en opérant dans les conditions minutieuses exposées dans mon mémoire; quant aux ferments pathogènes, ils sont d'ailleurs sûrement détruits.

« 2° Dans l'industrie, l'outillage que j'ai décrit, permettant l'immersion complète dans l'eau bouillante des flacons à stériliser, et facilitant la désoxygénation

totale du lait et du récipient, assure ainsi sa conservation indéfinie, sans aucune saveur de rance et sans coagulations.

« 3^o Le lait à 98-100° a des qualités digestives et nutritives absolument démontrées par l'observation clinique et l'expérimentation (Dr Rodet), au moins égale à celle du lait cru. Il a sur lui la supériorité bien connue de ne plus être le véhicule de certains microbes contagieux (Dr Budin, etc).

Il a l'avantage sur le lait cuit à 110-120° de ne point jaunir, de ne point prendre au goût de brûlé ou de peptone si fréquemment rencontré dans les laits stérilisés à cette température.

« 4^o Enfin, mes observations m'ont permis de constater que le ferment lactique paraît peu répandu dans l'air. La contamination du lait paraît avoir lieu surtout par le contact des objets souillés. Il est de bonne recommandation, pour l'exploitation industrielle du lait stérilisé par ma méthode, de prescrire la propreté des récipients pour le transport, c'est-à-dire les lavages fréquents à l'eau chaude. »

C'était déjà un point de gagné; plus n'était besoin pour conserver le lait de le soumettre à des températures élevées lui donnant un goût désagréable. Il restait encore à savoir pourquoi le lait ainsi préparé était encore digestible. C'est ce que je me suis efforcé de rechercher dans le courant de l'année dernière. Je relis les expériences de M. Cazeneuve, et voici quels ont été les résultats de ces recherches :

1^o Le lait soumis à la température de l'eau bouillante pendant une heure est débarrassé de tout ferment.

2^o Les spores ne sont pas détruites, mais seulement atténuées.

3^o Ces spores sont devenues incapables de se développer dans ce même milieu, par conséquent ne peuvent plus gâter le lait.

4^o Ensemencées dans un autre milieu de culture, elles ne se développeront pas la plupart du temps; enfin et voici l'important, ensemencées dans du peptone elles se développeront tout de suite avec activité.

On sait comment se fait la digestion du lait; chez l'enfant en lactation, les glandes de l'estomac sécrètent la présure; chez l'adulte, celle-ci est remplacée par la pepsine qui, en présence de l'acide chlorhydrique du suc gastrique a pour effet de coaguler le lait. Or, la présure et la pepsine ne coagulent le lait qu'en milieu acide; en outre, la coagulation par la présure n'ayant plus lieu normalement est retardée, si le lait a été soumis à une température supérieure à 70°. Pour que la digestion du lait s'opère, il faut qu'il soit coagulé dans l'estomac pour être ensuite rendu assimilable par la caséase dans le pancréas. Si donc le lait ne peut plus se coaguler ou ne se coagule que difficilement dans l'estomac, il n'est pas digéré et ne sert qu'à diluer le suc gastrique et en fin de compte sort de l'organisme comme il y est entré. Tout lait se laisse facilement coaguler par les acides, à quelle température qu'il ait été soumis; or donc, un lait qui n'est plus coagulable par la présure d'un enfant en lactation, ou par l'estomac d'un malade trop pauvre en suc gastrique, doit se coaguler par lui-même, afin d'être assimilable dans le pancréas. C'est ce qui se produit dans le lait cru; le ferment lactique transforme une partie du sucre en acide lactique qui produit la coagulation du lait et par suite son assimilation.

Le problème était donc de trouver le moyen de conserver le lait sans tuer le ferment lactique qui

favorise la digestion. C'est ce à quoi nous sommes arrivé avec le lait soumis pendant une heure à une heure et demie à la température de 97 à 100°. Comme je l'ai indiqué plus haut dans le résumé de mes recherches, si le ferment lactique est détruit, les spores ne le sont pas, mais elles sont rendues incapables de se développer dans le même milieu et ne peuvent donc pas faire tourner le lait. L'estomac de tout mammifère est imbibé de peptones; comme nous l'avons vu, les spores reprennent leur activité dans ce milieu immédiatement assimilable, elles se développent à nouveau, produisent de l'acide lactique qui coagule le lait et permet son assimilation par l'organisme. Un grand nombre d'essais faits sur des nourrissons, depuis un an, nous a permis de vérifier expérimentalement ces recherches.

Le matériel de M. Cazeneuve étant à mon avis très coûteux pour l'application industrielle, et nécessitant le renouvellement complet des bouteilles employées jusqu'ici pour la stérilisation du lait, j'ai, par un procédé aussi simple que bon marché, réussi à obvier à tous ces inconvénients. Je stérilise les laits, crèmes, sirops, conserves de fruits, de légumes, etc., à une température qui n'altère en aucune façon leurs propriétés primitives. Il n'est donc plus besoin des appareils coûteux permettant la stérilisation dans la vapeur d'eau sous pression. La fermeture spéciale que j'ai inventée s'adapte à toutes les bouteilles employées dans les fabriques de lait stérilisé, et son prix de revient est des plus minime (Brevet + n° 11619).

Elle consiste en un bouchon de liège traversé par un tube capillaire en étain ou en toute autre substance; le bouchon est fixé par un moyen quelconque

au dessous du bouchon en porcelaine des bouteilles à fermeture à ressort (bouteilles à bière), les gaz se dégagent pendant la cuisson à travers le tube capillaire et s'échappent dans l'eau bouillante par l'intervalle laissé entre le caoutchouc et le col de la bouteille. L'eau ne peut pénétrer dans le lait par le tube capillaire. Enfin, la cuisson terminée, il suffit de fermer les bouteilles sous l'eau au moyen de l'un des nombreux appareils destinés à cela.

Pour l'application du même procédé aux boîtes, bocaux, bidons (Brevet + n° 12074), j'ai fabriqué un couvercle composé de la manière suivante :

Le couvercle lui-même est percé en son milieu d'un trou de un à un demi-millimètre ; sur ce trou se trouve une rondelle pleine, en caoutchouc, maintenue en place par une lame ou rondelle métallique légèrement recourbée et fixée de deux côtés sur le couvercle. La différence de dilatation entre cette lame et le couvercle permet aux gaz de s'échapper, pendant la cuisson, entre la rondelle en caoutchouc et le couvercle. Par le refroidissement, la lamelle s'applique à nouveau sur le caoutchouc et ferme hermétiquement le vase.

Les laits se conservent aussi longtemps que par les anciens procédés de stérilisation ; ils gardent la saveur des laits frais. La couleur n'est pas altérée, car ils ne prennent pas cette teinte jaune rouge et le goût de caramel ou de cuit. La peau du lait ne se forme plus ; enfin, la crème reste intacte et l'on ne rencontre plus ces grumeaux de graisse fondue qui rendent les autres laits stérilisés si indigestes et si désagréables à boire.

Séance du 21 novembre 1895

OBSERVATIONS SUR DES VINS MALADES

PAR O. BILLETER, PROFESSEUR

L'année dernière, j'ai signalé plusieurs cas de vins blancs du canton, de 1893, malades de la tourne. Depuis lors, c'était aux vins rouges de la même récolte à se montrer atteints. Ils avaient résisté plus longtemps ; par contre, la contamination semble avoir été plus générale. La maladie présentait, chez les vins rouges, un caractère différent de celui qui avait été constaté chez les vins blancs. D'après les symptômes, les vins rouges étaient atteints de deux manières : les uns devenaient amers, tandis que dans les autres il se développait une acidité particulière, différente de celle qu'on désigne sous le nom d'acescence. Ces altérations étaient accompagnées d'autres changements plus ou moins profonds, disparition du bouquet, altération de la couleur, etc. — Quant à la composition chimique, l'altération principale, ou exclusive, consistait en une augmentation de l'acidité, en particulier de la teneur en acides volatils, au détriment de la glycérine du vin. On se souvient que, chez les vins blancs, c'était le tartre qui avait payé tous les frais de l'augmentation de l'acidité.

Voici quelques données analytiques :

	Alcool	Extrait	Cendres	Acides	Tartre	Glycérine	Acides volatils
N° 1 . .	12.0	21.0	2.5	9.75	1.61	3.85	1.68
N° 2 . .	11.2	17.1	1.8	8.9	2.31	2.33	1.25
N° 3 . .	11.4	20.6	2.55	7.7	1.88	4.58	1.02
N° 4 . .	11.9	19.7	2.1	9.0	1.33	5.54	2.02

L'examen microscopique révélait, cela va sans dire, la présence des malfaiteurs sous la forme de bactéries appartenant, en apparence, à différentes espèces. On constata, dans les vins amers, le gros bacille de l'amertume, quelquefois grossi encore par un dépôt de matière colorante; on voyait pulluler, dans les vins simplement acides, les filaments ténus caractéristiques de la tourne. Mais, quelquefois aussi, on trouvait les deux ensemble, parfois même associés aux bâtonnets de l'acescence. Dans tel vin, franchement malade, le germe microbien paraissait même n'appartenir à aucun des types décrits comme provocateurs des maladies du vin connues.

Il aurait été intéressant de faire, à cette occasion, une étude plus approfondie, bactériologique et chimique, de ces vins malades. Pour le moment, les ressources de notre laboratoire de chimie n'y suffisaient pas.

Pour la viticulture, le sujet est, cela va sans dire, d'une haute importance. Quelle est l'origine de cette maladie ou de ces maladies? Comment l'éviter? Comment la guérir? Voilà les questions toutes pratiques qui se soulèvent. Je ne ferai ici que toucher la réponse à la première d'entre elles. A mon avis, il faut chercher la principale cause des phénomènes dans le manque de résistance du vin de la récolte de

1893, en particulier dans son manque d'acidité. La teneur exceptionnellement faible en acide des vins de 1893 a été la conséquence de deux facteurs réunis : du mildew des années précédentes et des chaleurs de l'été de 1893. Avec les années 1894 et surtout 1895, le vin de Neuchâtel paraît avoir retrouvé son caractère normal, de sorte qu'il est permis d'espérer que les expériences faites avec le 93 ne se renouvelleront pas de si tôt. — Néanmoins, les pertes subies dans une seule année sont assez considérables pour qu'il vaille la peine de s'en préoccuper et de ne pas abandonner l'avenir au hasard.



Sur le rendement de quelques vignes du Canton et ses rapports avec divers phénomènes météorologiques

PAR S. DE PERROT, INGÉNIEUR

En mai 1895, M. le professeur Léon Du Pasquier nous parlait des variations des glaciers, dont la période la plus probable est de 35 ans environ. Cette communication me donna l'idée de rechercher si le rendement de nos vignes ne présentait pas une périodicité semblable.

Mes études se rapportent à une série ininterrompue de 102 années consécutives d'observations faites sur des vignes du territoire de Boudry, vignes qui appartiennent à M. le colonel Bovet.

Le graphique construit d'après ces données présentant des oscillations périodiques remarquables, j'ai construit d'autres courbes se rapportant aux phénomènes suivants :

Rendement des vignes Maridor, de Saint-Blaise, 1760-1819, M. le prof. Kopp, Bull. sc. nat., T. VII, p. 44 et 45.

Rendement des vignes des Terrasses, de Saint-Aubin, 1842-1894, M. J. Langer, enseigne de vaisseau.

Rendement des vignes du Château de Vaumarcus, 1872-1894, le même.

Prix de vente des vins du Vignoble neuchâtelois, 1487-1895, M. G. de Coulon, Neuchâtel.

Température du sud de l'Allemagne, 1750-1885, M. le prof. Dr Brückner, Berne.

Mouvement des glaciers, d'après le prof. Forel, 1750-1885, le même.

Pression barométrique à Genève, 1836-1885, le même.

Eau tombée à Genève, 1826-1885, le même.

Mouvement du sol à l'Observatoire de Neuchâtel, 1860-1881, M. le prof. Dr Hirsch.

Pluie à Neuchâtel, 1864-1883, le même.

Taches solaires, 1750-1890, M. le prof. Brückner et Vade-mecum du météorologiste des Indes.

Un parallélisme frappant existe entre ces courbes : les vignes et glaciers paraissent être des intégrateurs climatiques des plus délicats.

Les instruments météorologiques exacts sont de date récente, notamment les thermomètres en verre normal de Iéna. Les erreurs de graduation et celles dues aux déplacements du zéro dans les anciens instruments peuvent être considérables et rendent problématique la valeur des moyennes qui souvent ne diffèrent entre elles que d'une fraction de degré.

Il m'a donc semblé que si l'on pouvait recueillir suffisamment de données sur le rendement des vignes, en profitant des carnets tenus avec le plus grand soin par nos pères, on pourrait reconstituer d'une manière très approximative les variations climatiques pour toute la durée du temps sur laquelle ces observations s'étendent.

Les prix de vente des vins ou d'autres substances alimentaires pour une période un peu longue permettraient en outre de faire une étude très intéressante sur la valeur comparative de l'argent.

Enfin, au moyen de l'accumulation de données de ce genre, on arriverait tôt ou tard à trouver la loi qui relie ces phénomènes.

Pour avoir, sur cette question, des renseignements plus nombreux que ceux dont je dispose et qui pourraient servir de base à un travail plus complet, je voudrais que la Société prit l'initiative d'une enquête et je me chargerais volontiers de la discussion des données obtenues.

Ci-joint un questionnaire destiné à être rempli par les propriétaires de vignes et par tous ceux qui pourraient avoir quelques renseignements utiles à fournir.

QUESTIONNAIRE

Pouvez-vous donner l'un ou l'autre des renseignements suivants au sujet du rendement des vignes?

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

a. *Situation.*

Nom local du vignoble, commune, altitude, provenance des plants, nom du propriétaire.

b. *Durée des observations.*

De quelle date et jusqu'à quelle date vos données s'étendent-elles? — Mentionnez la plus longue période continue d'observations pour la même vigne.

c. *Adresses.*

De personnes à même de fournir des renseignements sur les vignes.

RENSEIGNEMENTS ANNUELS

1. *Surfaces cultivées.*

Indiquez l'unité de mesure employée et, si possible, son équivalent en mètres carrés. Donnez les dates de tout changement dans l'unité de surface, ainsi que sa nouvelle valeur.

2. *Rendement des vignes.*

Total de la récolte en gerles, muids, brantes, pots, etc. Donnez, si possible, l'équivalent en mesures métriques, ainsi que la date de tout changement et la valeur de la nouvelle unité employée.

NOTE. — Ces données ne doivent s'étendre que sur une espèce non mélangée de raisins rouges ou blancs.

3. *Remarques sur les récoltes.*

Date des vendanges. Qualité du vin. Rendement de la vendange en vin. Maladies de la vigne et du vin. Phénomènes météorologiques spéciaux et d'intérêt général, leur date : gelée, lac gelé, grêle, hautes eaux exceptionnelles, peste, etc.

4. *Prix de vente des vins ou de la vendange.*

Indiquez les unités de capacité, le système monétaire en vigueur et leurs relations avec les mesures et valeurs actuelles.

5. *Prix comparatifs.*

Donnez les quantités de produits alimentaires : œufs, lait, pommes de terre, viande, etc., échangées couramment contre l'unité employée pour la vente du vin.

6. *Frais de culture.*

Prix payé pour la culture des vignes. Valeur du matériel employé. Impôts, etc.

7. *Copie de registres d'observations.*

Seriez-vous disposé, cas échéant, à prêter à la Commission vos manuscrits pour en faire un extrait ? ou préféreriez-vous en transmettre une copie dressée d'après les indications ci-dessus et un formulaire spécial qui vous serait adressé ?



Séance du 2 juillet 1896

LE

NIVEAU DES LACS DE NEUCHÂTEL, BIENNE ET MORAT

en 1895

PAR LÉON DU PASQUIER

Comme par le passé, nous avons tracé la courbe des variations de niveau du lac de Neuchâtel, en repérant de deux en deux jours les observations faites par l'administration communale de Neuchâtel.

Les courbes des lacs de Bienne et de Morat sont des amplifications des graphiques obligeamment communiqués par le Bureau hydrométrique fédéral; les observations y sont repérées de cinq en cinq jours.

Les courbes de 1895 ne présentent rien de bien remarquable, elles sont plus simples que celles de la plupart des années antérieures, et montrent un meilleur parallélisme dans la marche des variations des trois lacs.

La courbe du lac de Morat est interrompue en janvier-mars par suite de congélation plus ou moins complète du lac.

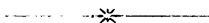
On remarquera les deux maxima de mars-avril et de novembre-décembre, et les deux minima de mars et octobre. La crue très rapide de fin mars est due en grande partie aux lacs de Morat et de Bienne et à leurs affluents.

Les graphiques du Bureau hydrométrique nous donnent la clef de ce phénomène: il s'agit de la fonte des neiges sur la partie élevée de la plaine suisse et jusque dans les Alpes. En effet, tandis que les quantités d'eau tombée sont nulles ou insignifiantes à ce moment-là, les courbes des températures moyennes s'élèvent rapidement et d'une manière constante du 20 mars au 5 avril à Guttanen, du 20 mars au 11 avril à Marsens. Le 21 mars, elles coupent dans les deux localités la ligne ± 0 .

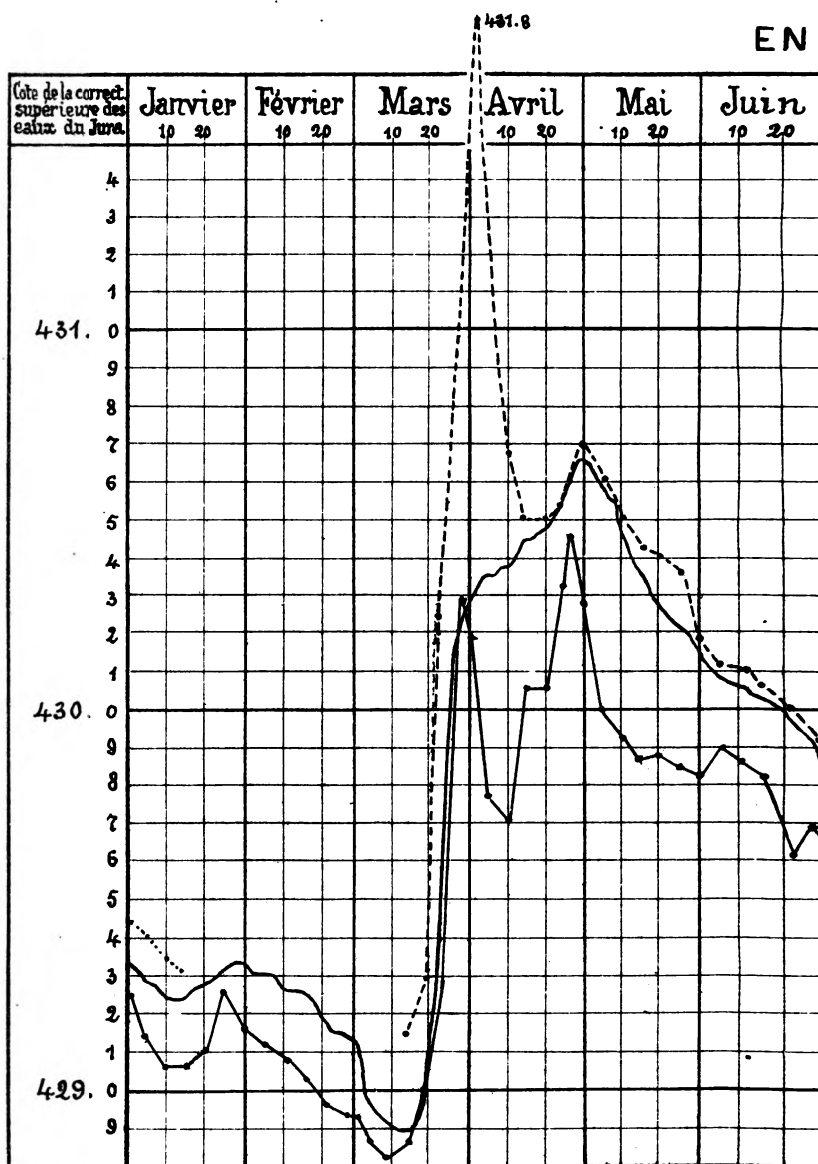
Le lac de Biemme s'est trouvé six fois plus élevé que celui de Neuchâtel, mais en 1895 cet état anormal ne s'est jamais prolongé pendant plus de six à huit jours consécutifs.

Lac de Neuchâtel.

Maximum du 29 avril au 1 ^{er} mai .	430 ^m ,65
Minimum du 16 au 18 mars . . .	428 ^m ,89
Différence	1 ^m ,76



VARIATIONS DE NIVEAU DES LACS DE EN



——— Lac de Neuchâtel. Observations incertaines.

Les courbes représentent à l'échelle de 1:500 (1mm. = 2 cm.) les variations de niveau de la ville de Neuchâtel, elles sont de 2.81 environ inférieures aux cotes de l'At

1895.



Digitized by Google

NOTES EXPLICATIVES

CONCERNANT LES JAUGEAGES DE LA SERRIÈRE

PAR S. DE PERROT, INGÉNIEUR

Depuis la source au lac, la Serrière a un parcours de 665 mètres environ et une chute disponible de 38 mètres.

L'eau actionne successivement la fabrique de papier, la minoterie Bossy & C^{ie}, la fabrique de chocolat Russ-Suchard & C^{ie}, les forges et scieries Martenet frères, le moulin Vœgeli et la scierie Boillon.

La connaissance du régime exact de la Serrière est d'un très grand intérêt pratique pour ces usiniers, en leur permettant d'établir des moteurs proportionnés au débit moyen maximal ou minimal de la Serrière, et d'employer le surplus de force des hautes eaux, soit à se créer des réserves qui peuvent être employées lors des basses eaux, soit à faire marcher des moteurs plus puissants absorbant toute la force disponible au fur et à mesure, quitte à les renforcer par des machines à vapeur en basses eaux.

Pour obtenir des chiffres tant soit peu justes, il est nécessaire de connaître exactement les variations du débit de la Serrière, et c'est dans ce but que les observations journalières résumées dans le graphique ci-joint ont été instituées.

Ces observations se font :

1^o Jusqu'à 1500 litres environ au moyen de deux turbines dont le débit a été exactement déterminé pour les différentes ouvertures du distributeur et dont les données sont contrôlées indépendamment par des jaugeages sur déversoirs toutes les fois que cela peut se faire.

2^o Pour les débits supérieurs à 1500 litres par des observations sur un déversoir d'environ 5 mètres de long et sur lequel toute l'eau de la Serrière est dirigée chaque jour entre midi et midi un quart.

Il résulte toutefois des beaux essais et travaux de M. l'inspecteur général des ponts et chaussées Bazin, travaux dont la publication, commencée en 1888 dans les *Annales des ponts et chaussées*, n'est pas encore complète, que les coefficients de décharge tels qu'on les a employés jusqu'à maintenant sont loin de donner dans bien des cas le débit exact, pour peu que l'on s'écarte de la forme du déversoir type qui a servi à déterminer ces coefficients.

Il paraît donc désirable, pour obtenir des données correctes, de déterminer expérimentalement le coefficient du déversoir actuel dont la crête est couronnée par un rail vignole, au moyen d'un déversoir type de M. Bazin.

Ces essais n'ont pas pu être faits cette année, les hautes eaux ayant empêché tout travail dans le lit de la Serrière, et c'est pourquoi les moyennes mensuelles et annuelles sont renvoyées à un prochain bulletin où elles figureront sous forme de tableau.

Le tableau suivant, contenant les moyennes pluviométriques intéressant plus spécialement le bassin

BASSIN DE LA SERRIÈRE — OBS

ANNÉE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
-------	---------	---------	------	-------	-----	------	---------	------

Station de comparaison — Observato

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Moyenne 1826-1895	45	40.5	47.8	60.0	81.8	75.8	74.1	83
» 1864-1895	40.9	45.8	52.4	63.1	83.9	73.4	79.6	87
» 1886-1895	40.9	51.9	60.1	58.3	85.4	76.3	87.0	83
1894	46	8	27	93	166	43	120	62
1895	97	81	69	55	48	55	65	63

Station de Neuchâtel — Obser

Moyenne 1864-1895	50.2	51.8	62.2	67.3	84.2	101.5	95.7	96
» 1886-1895	40.6	39.3	61.5	52.8	70.3	112.3	108.6	93
1894	27	19	34	43	111	68	152	83
1895	100	30	78	67	41	66	145	88

Station de Chaumont

Moyenne 1864-1895	46.5	45.6	60.5	66.9	88.8	110.6	105.8	105
» 1886-1895	45.2	44.3	74.3	57.4	80.9	124.6	123.4	105
1894	31	21	30	34	118	73	168	93
1895	95	41	119	79	52	72	119	144

Station de Boudry (A

Moyenne 1886-1895	49.1	50.7	80.4	55.1	68.4	102.2	104.9	91
1894	44	26	39	43	103	77	130	77
1895	106	40	104	81	66	49	130	71

Station de Dombresson

Moyenne 1886-1895	48.3	48.5	71.5	65.4	89.1	123.6	123.8	114
1894	41	32	35	78	137	82	180	118
1895	88	19	111	91	87	82	121	153

Station des Ponts (Alt.

Moyenne 1886-1895	66.8	66.4	90.3	74.9	116.2	142.3	145.5	122
1894	53	46	54	87	224	179	281	128
1895	138	30	108	80	96	130	105	137

ERVATIONS PLUVIOMÉTRIQUES

Sept.	Octob.	Nov.	Déc.	ANNÉE	1826-1895	1864-1895	1886-1895	ANNÉE
-------	--------	------	------	-------	-----------	-----------	-----------	-------

re de Genève (Alt. 408m)

	mm	mm	mm	mm	mm	%	%	%	
6	92.3	104.8	78.6	52.8	836.9	100.0			1826-1895
2	78.6	111.3	82.3	55.8	854.4	102.1	100.0		1864-1895
5	65.9	135.4	104.3	54.0	903.0	107.9	105.7	100.0	1886-1895
	66	112	75	32	850.0	101.6	99.5	94.1	1894
	17	121	179	88	938.0	112.1	109.8	103.9	1895

ratoire (Alt. 488m)

9	82.0	104.3	77.9	68.9	942.8		100.0		1864-1895
6	60.3	110.7	73.6	68.0	891.6		94.6	100.0	1886-1895
	76	138	46	51	848.0		89.9	95.1	1894
	15	97	116	121	964.0		102.2	108.1	1895

Alt. 1128m)

6	85.0	111.1	78.3	63.4	968.1		100.0		1864-1895
0	66.2	122.0	79.3	71.1	993.7		102.6	100.0	1886-1895
	85	144	53	45	895		92.4	90.1	1894
	16	140	123	125	1125		116.2	113.2	1895

lt. 460m)

5	72.7	121.8	86.8	83.2	966.8			100.0	1886-1895
	70	158	66	60	893			92.4	1894
	9	75	161	133	1025			106.0	1895

(Alt. 740m)

7	72.8	133.6	99.1	90.0	1080.4			100.0	1886-1895
	122	191	75	65	1156			107.0	1894
	10	126	179	196	1263			116.9	1895

1020m)

5	92.1	151.4	112.0	108.3	1288.8			100.0	1886-1895
	184	167	64	99	1566			121.5	1894
	6	123	193	186	1332			103.4	1895

hydrologique de la Serrière, a été dressé pour trouver les corrections à appliquer aux moyennes de la pluie tombée de 1886 à 1895 dans les stations de notre canton, et pour les ramener à la moyenne générale 1826-1895 de l'Observatoire de Genève.

Les données de Genève ont été tirées des *Nouvelles études sur le climat de Genève* (1826-1875), par E. Plantamour, que M. le colonel Gautier, directeur de l'Observatoire, a eu l'obligeance de nous communiquer.

Il est à remarquer que les observations commencent en décembre 1825 et que toutes celles de décembre de la page 233 doivent par conséquent être reculées d'une année. Les données de Genève ayant été complétées jusqu'à fin 1895, grâce à l'amabilité du directeur de l'Institut météorologique fédéral de Zurich, nous avons recalculé les moyennes de chacune de ces 70 années ainsi corrigées, ces données devant servir de base de réduction aux observations des stations de notre canton.

Les observations de Neuchâtel et de Chaumont n'ayant commencé qu'en 1864, nous avons repris les moyennes 1864-1895 pour ces stations ainsi que pour Genève; enfin les stations de Boudry, Dombresson et les Ponts n'ayant que 10 ans d'observations, 1886-1895, une nouvelle série de moyennes a été recalculée pour cette période.

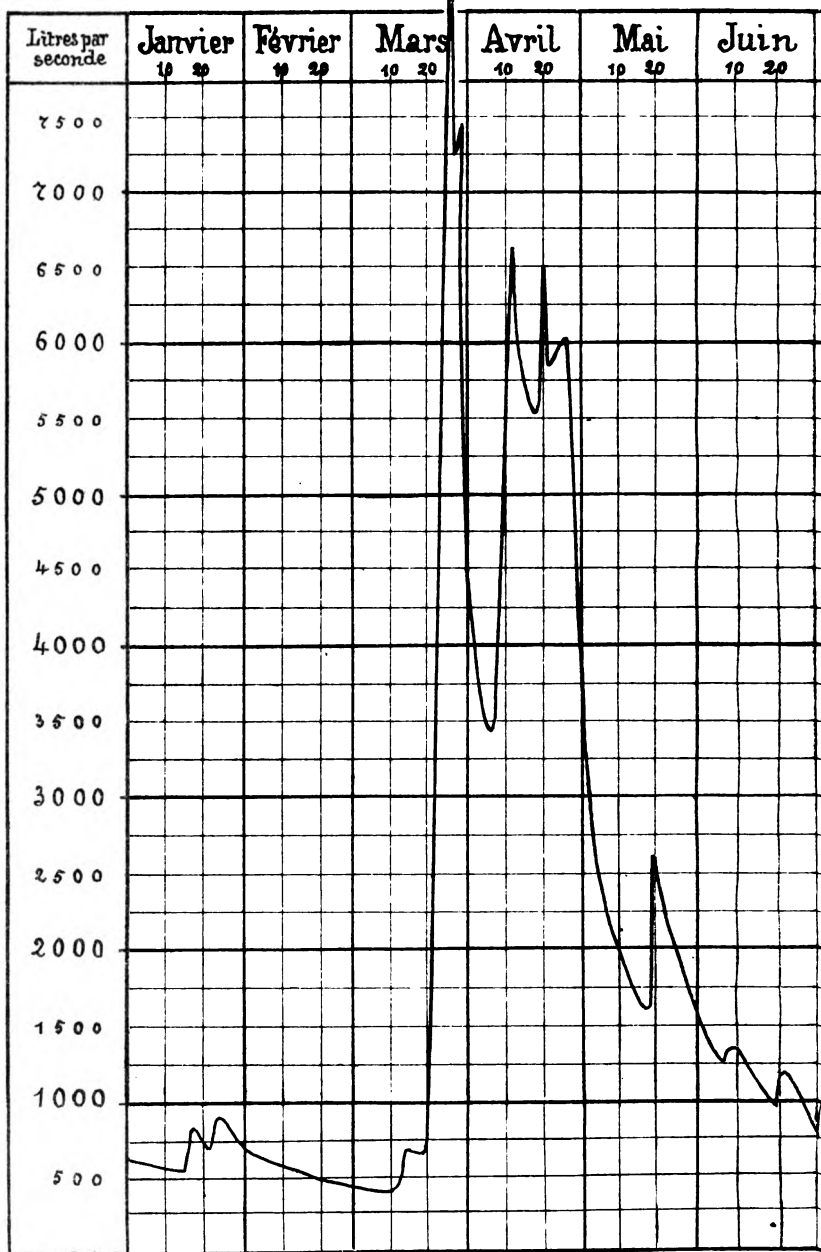
Toutes ces moyennes se trouvent résumées dans les dernières colonnes, qui expriment en pour cent les différences entre elles et les années ainsi observées.

Les variations qui sont ainsi directement comparables entre elles montrent qu'un coefficient unique de réduction n'est pas applicable à nos stations, et il reste

à trouver la relation qui relie la moyenne de 10 ans (1886-1895) à celle des 70 années de Genève, travail qui sera facilité par l'établissement prochain de nouvelles stations pluviométriques sur le bassin de la Serrière.

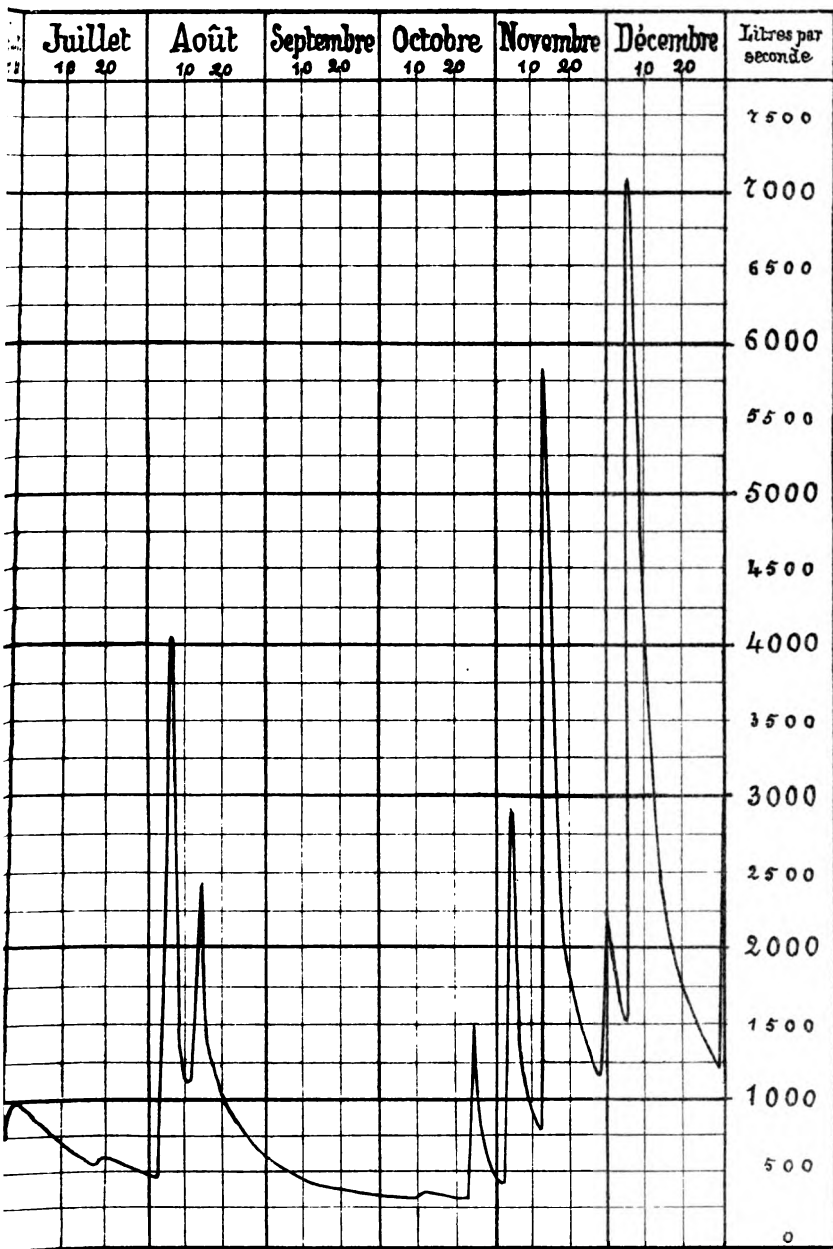


COURBES DU DÉBIT EN



DE LA SERRIÈRE

1895.



S. de Perrot, Ing^r

SÉANCE DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

Réunie à Colombier, le 4 juin 1896

Discours d'ouverture du président

M. LOUIS FAVRE, PROFESSEUR

MESSIEURS,

Lorsque notre Société des sciences naturelles choisit Colombier pour y tenir sa séance publique annuelle, nous avons la certitude d'y être accueillis avec la plus cordiale sympathie. Nous comptons y trouver des amis qui, bien qu'habituez à voir arriver surtout des militaires avec leurs armes et leurs uniformes brillants, ne seront pas surpris de notre modeste appareil, et verront en nous les représentants d'une association qui, depuis soixante-quatre ans, travaille à l'étude de notre pays, cherche à répandre le goût et l'amour de la science, à faire pénétrer celle-ci dans les programmes de l'enseignement, et à fournir à ceux qui entreprennent des recherches originales, ou font des découvertes, le moyen de les faire connaître chez nous et au dehors par ses publications.

Telle a été, dès le premier jour de son existence, son ambition, et elle y est restée fidèle. Cette mission sera comprise par la population éclairée de la belle contrée que nous visitons, et dont nous subissons le

charme. Siège de deux écoles secondaires, elle possède un corps enseignant que nous estimons; nous y avons des collègues, elle a un passé littéraire digne du plus vif intérêt, et nous espérons y trouver des candidats disposés à se joindre à nous et à partager nos travaux. L'association Messieurs, et l'émulation qu'elle provoque dans les intelligences, est le seul moyen d'empêcher notre cher pays de rester stationnaire et de se complaire dans l'admiration de ses lauriers. Ne perdons pas de vue ce qui se fait chez nos Confédérés et ailleurs, dans des sociétés analogues à la nôtre; voilà le stimulant dont nous avons besoin pour ranimer notre ardeur et nous montrer les progrès que nous avons encore à réaliser. A cet égard, nous sommes tous solidaires et responsables. Les découvertes étonnantes qui rayonnent de toutes parts dans le monde sont un démenti éclatant à cette excuse des paresseux qui prétendent que le champ des recherches est moissonné à outrance et qu'il n'y a plus rien à faire. Loin de nous cette idée, proclamons au contraire que la marche de la science est un continuel lever de soleil. Encourageons-nous l'un l'autre, faisons de l'enseignement mutuel, communiquons-nous le résultat de nos lectures comme le faisaient les fondateurs de notre Société, heureux de se trouver ensemble et de s'entretenir en bonne amitié des sujets et des questions qui préoccupaient leur esprit.

Les sociétaires, répandus dans tout le canton, ont eu une influence bienfaisante. C'est à partir de l'arrivée d'Agassiz à Neuchâtel, et de la fondation de notre Société en 1832, que commencèrent ces travaux, cette activité scientifique, inconnue auparavant chez nous, et dont l'éclosion a été comparée, dans une mesure

modeste sans doute, aux beaux temps de la Renaissance. Cette activité était comme un dérivatif à l'agitation politique de l'année précédente, et aux luttes terribles de 1831.

Pendant que M. Louis Coulon, son père, ses frères et leurs amis créaient notre beau Musée d'histoire naturelle et que le voyageur J.-J. de Tschudi, envoyé par les autorités de la ville et par eux, explorait dans ce but les îles Chiloë et les Andes du Pérou, Agassiz débrouillait le chaos des *poissons fossiles*, et se passionnait pour la *théorie glaciaire* qu'il proclamait avec une grandeur prophétique incomparable à la Société helvétique réunie à Neuchâtel en 1837, et dont il cherchait la confirmation sur les glaciers mêmes. — Son savant ami, Arnold Guyot, avec une abnégation toute fraternelle jamais démentie, lui venait en aide en étudiant les terrains erratiques semés par les anciens glaciers disparus, au nord et au sud des Alpes, et y consacrait ses vacances de professeur pendant sept années consécutives. Notre vice-président, M. le professeur Léon Du Pasquier, lui a rendu un juste hommage dans la leçon d'ouverture de son cours, l'automne dernier. C'est A. Guyot qui nous a inspiré le respect des blocs erratiques, ces imposants témoins d'un phénomène grandiose, qui ne disparaissent que là où personne n'a le courage de payer de sa personne pour les défendre contre l'indifférence et l'avidité.

MM. Auguste de Montmollin, Célestin Nicolet, Louis Coulon, Gressly, Agassiz, Desor, Georges de Tribolet, Maurice de Tribolet, et l'héroïque Aug. Jaccard, nos fervents géologues, ont étudié, exploré, fouillé jusque dans ses entrailles notre vieux Jura, ses étages, ses couches, recueilli et identifié ses fossiles ; ils l'ont fait

avec passion, comme nos excellents botanistes le Capitaine Chaillet, Ch.-H. Godet, un des premiers voyageurs scientifiques au Caucase, le Dr Morthier, Célestin Nicolet, le Dr Lerch, nos collègues le Dr Cornaz et le professeur F. Tripet leurs émules. Il faut les avoir vus à l'œuvre, nos botanistes, pendant de longues années, comme c'est mon cas, pour comprendre tout ce qu'ils ont mis de leur vie et de leur cœur dans leurs recherches et les soins constants donnés aux précieux herbiers de notre Musée.

Un autre botaniste de grand mérite, Léo Lesqueux, a décrit nos mousses, et en 1842 a fait connaître avec une supériorité rare les lois de la formation des tourbières et les conditions de leur existence et de leur conservation.

La météorologie est sortie de ses langes sous la main du professeur Henri Ladame, de Ch. Kopp, et de M. le Dr Hirsch, directeur de notre Observatoire.

Notre lac, ce régulateur de notre température en hiver, ce bleu miroir où se reflètent les blanches cimes des Alpes, a été sondé, exploré de toute manière ; MM. de Pourtalès de Gorgier et Arnold Guyot ont fait la carte topographique de son bassin, après des milliers de coups de sonde ; sa température a été mesurée à toutes les profondeurs, Agassiz en a décrit les poissons, représentés par des planches coloriées admirables ; M. le professeur Paul Godet en a étudié les coquillages, M. Léon Du Pasquier, les changements de niveau et les seiches ; enfin M. Guillaume Ritter, ému de pitié pour les Parisiens réduits à boire l'eau de Seine chaude et nauséabonde, voulait en conduire les ondes fraîches et pures jusque dans la capitale de la France.

L'auteur de la première belle carte de notre pays, M. d'Osterwald, ce géographe doublé d'un artiste, était notre collègue assidu, de même que ses aides fidèles, M. Henri Lardy-Dufour, d'Auvernier, et mon vieil ami H.-L. Otz, de Cortaillod, l'ancien inspecteur du cadastre. C'est lui qui, pendant bien des années, a exposé sa santé et sa vie sur le glacier de l'Aar, pour continuer les mesures de précision inaugurées par son ancien professeur Agassiz, dans le but d'en déterminer la marche et de prendre note des accidents survenus dans les intervalles des révisions.

Si Agassiz, avec sa bonne humeur, sa science aimable et le charme de sa personne, savait communiquer son enthousiasme à ses étudiants qui l'accompagnaient avec bonheur dans ses expéditions périlleuses, il en était de même d'Arnold Guyot, qui n'avait à leur offrir que fatigues et privations ; mais il avait leur respect, leur admiration et leur amour, et cela suffisait. Parmi les plus intrépides et les plus dévoués de ses compagnons qui se succédaient d'année en année, trois à ma connaissance venaient de Colombier : Eugène DuPasquier, Jules et James Lardy, les deux fils de l'ancien pasteur. L'un est encore vivant ; il faut l'entendre raconter leurs courses effrayantes dans les Alpes, portant sur leurs épaules pendant des semaines et des mois les échantillons des roches erratiques et n'ayant pour se nourrir que le pain dur et la viande séchée des montagnards.

Cortaillod est à deux pas d'ici ; c'est là qu'est né Charles Vouga, qui fut notre collègue et un de nos plus brillants professeurs, plein de verve et de talent, formé à l'école d'Agassiz ; il fut emporté à la fleur de l'âge. Hommage à sa mémoire et à celle de son

père le *capitaine*, qui pendant sa longue vie de chasseur et de pêcheur-naturaliste avait réuni une admirable collection d'oiseaux d'Europe, aussi complète qu'artistement préparée par lui-même. Je ne suis pas seul à la pleurer depuis qu'elle a abandonné notre pays.

Au nom du professeur Vouga s'associe celui de son successeur, Philippe de Rougemont, neveu du géographe, l'ardent voyageur en Islande avec son ami le Dr Paul Vouga, à la recherche non de la Toison d'or, mais de *l'Alca impennis*, palmipède éteint, puis parcourant seul la Norvège jusqu'au cap Nord. Nous avons pleuré la mort prématurée de ce jeune naturaliste si riche d'avenir. C'est lui qu'a remplacé M. le professeur Béraneck.

Notre collègue M. le professeur Paul Godet, directeur actuel de notre Musée, a été, pendant de longues années, l'aide gratuit et le soutien de M. L. de Coulon dans l'arrangement et la détermination des collections qui se développaient dans des proportions imprévues ; il avait sous sa direction les mollusques, les coquillages, les innombrables insectes, les poissons, les œufs d'oiseaux splendidement représentés.

Les richesses minérales de notre sol, autrefois ignorées, l'asphalte d'abord, puis les ciments, attirèrent l'attention de nos géologues, de nos minéralogistes, de nos chimistes, qui cherchèrent à en rendre possible l'exploitation industrielle. Les noms d'Ed. Desor, d'H. Ladame, du professeur Sacc, de Ch. Kopp, d'A. Jaccard, de M. Billeter sont attachés à ces savantes études, comme à celle de nos eaux potables qui nous ont préoccupés en vue d'assurer la santé publique incessamment menacée par la sournoise armée des

microbes, signalés par les cris d'alarme et le microscope de nos médecins, ces nombreux et chers collègues dont les contributions ont toujours été aussi variées qu'intéressantes.

Ceci me conduit à l'hydrographie, à l'hydrologie, aux campagnes d'Auguste Jaccard ¹, semées de péripéties dramatiques, d'espérances et de déceptions; aux découvertes triomphantes de M. Guillaume Ritter, le grand sourcier, principalement dans le ravin du Champ-du-Moulin, dont les sources profondes et pures, captées, amenées, distribuées, ont transformé les conditions de la vie dans une partie du Vignoble, à Neuchâtel-Ville et surtout à la Chaux-de-Fonds, où leur arrivée fut saluée comme un bienfait de premier ordre et la fin de l'ère des citernes. Notre Société a eu une grande part dans les démarches faites auprès des autorités dans le but d'aboutir aux brillants résultats obtenus.

Nos mathématiciens, dont nous n'avons jamais manqué, sont-ils restés indifférents à l'activité universelle, depuis le comte Louis de Pourtalès, les professeurs de Joannis, H. Ladame, Isely père, Vielle, Geiser et Sire, à la Chaux-de-Fonds, jusqu'à nos collègues MM. L. Isely fils et Hirsch, qui y a joint l'astronomie, la géodésie et la géographie physique? Nos Bulletins répondent pour eux.

Passerai-je sous silence les progrès de l'électricité, dont les diverses étapes ont eu leur écho dans nos séances et ont été saluées par nos applaudissements. Outre nos professeurs de physique, MM. Schneebeili, Weber, nous avons le Dr F^s Borel, et feu le Dr Hipp,

¹ Auquel nous travaillons à élever au Locle un modeste monument.

collègue de génie, dont chaque année nous révélait de nouvelles inventions. Je ne citerai que son chronographe à lame vibrante, son merveilleux chronoscope, et sa pendule astronomique, la gloire de notre Observatoire et probablement l'horloge la plus parfaite et la plus simple qui existe. C'est elle qui permet à M. Hirsch, quand le ciel voilé empêche l'observation des étoiles, de contrôler la marche des chronomètres construits par nos artistes, et de donner, chaque jour, l'heure exacte à Berne et à la Suisse tout entière.

Et nos électriciens de Cortaillod, le Dr F^s Borel, M. Berthoud, dont nous venons de visiter la fabrique de câbles ; nous sommes heureux de saluer en eux les représentants d'une industrie dont les débuts furent présentés dans nos séances et reçurent les plus chauds encouragements. Leur but est de porter partout la lumière et de changer les chutes d'eau en soleils ; est-il rien de plus glorieux ? Souhaitons-leur d'universels succès.

J'aurais encore beaucoup à dire, mais je dois abréger, le temps qui m'est accordé étant déjà dépassé. Si j'ai abusé de votre patience, vous me le pardonnerez en raison de la nécessité où j'étais de vous expliquer comment il se fait que nous avons publié 4 volumes quarto de mémoires, illustrés de planches, et 23 forts volumes de Bulletins, qui auraient grand besoin d'une table générale des matières, pour venir en aide à ceux qui ont à entreprendre des recherches. Voilà une occupation toute trouvée pour ceux qui ont l'habitude de faire acte de dévouement. Elle serait d'autant plus utile que nous échangeons nos publications avec 265 sociétés savantes des deux mondes, qui sont en relation avec nous.

Vous le voyez, les membres de notre Société, depuis sa fondation, ont abattu beaucoup de besogne dans tous les domaines, économiques, industriels, pédagogiques, où la science peut avoir une part. Ils l'ont fait dans un esprit de désintéressement et de dévouement patriotique, qui n'a jamais dévié. Cette unité de vues et d'inspiration, ils la devaient en grande partie à l'exemple de M. Louis de Coulon, notre président pendant plus d'un demi-siècle. Notre Société a travaillé comme lui, et avec lui, sans bruit, sans ostentation, sans musique, ni tambours, n'ayant pour drapeau que l'amour du bien, du vrai, de la liberté et de la patrie.

C'est en rappelant ces souvenirs, qui me sont chers et dont je suis un des derniers témoins, que je déclare ouverte la 3^{me} séance publique de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.



Séance du 23 janvier 1896

MATTHÄUS HIPPEL

1813-1893

PAR R. WEBER ET L. FAVRE

Le 6 mai 1893, un convoi funèbre accompagnait avec tristesse à sa dernière demeure, au cimetière de Fluntern-Zurich, la dépouille mortelle d'un homme hautement considéré par les sommités scientifiques et industrielles du monde entier. La solidité, le sérieux de son caractère, son génie créateur, ses inventions nombreuses et utiles, la perfection des appareils sortis de ses mains dans les divers domaines de l'horlogerie, de l'électricité et de la mécanique, lui valaient cette rare distinction.

Matthäus Hipp naquit le 25 octobre 1813, à Blaubereun (Wurtemberg). Son père y possédait et exploitait un moulin, une scierie mécanique et un pressoir à huile. Doué d'une grande vivacité, le jeune garçon montrait un égal intérêt pour ses machines et pour les jeux les plus hardis de son âge. Aussi les accidents ne lui manquèrent pas; il avait à peine huit ans, lorsqu'il tomba d'une grande hauteur et se fit à la cheville du pied gauche une blessure si grave qu'il dut rester

¹ Voir : Elektrotechnische Zeitschrift (Berlin), 1893, pages 323 et 715.



M. Hipp.

couché pendant quatre ans, et qu'une fois la guérison obtenue à grand'peine, il demeura boiteux pour toute sa vie. Cette circonstance malheureuse eut probablement une grande part d'influence sur sa destinée, comme nous le verrons plus tard. Eloigné de l'école pendant si longtemps, il dut regagner le temps perdu par des leçons particulières et en prolonger de deux ans la fréquentation. On l'avait mis au latin, et il se donna sans doute beaucoup de peine pour faire ses devoirs; mais le cœur n'y était pas, et ses progrès ne furent pas brillants. Malgré les sollicitations de ses parents, il ne manifestait aucun goût pour la chaire, encore moins pour le comptoir et le commerce; son esprit était avide de mouvement et d'une activité d'une autre nature.

Un fait montra de quel côté ses goûts se portaient. Durant sa maladie, son père fit construire un nouveau moulin à huile, et les plans des machines passèrent sous les yeux de l'enfant. Celui-ci, sur la simple vue de ces dessins, résolut d'exécuter un modèle de ce pressoir, et se livra à ce travail avec une ardeur, une application qu'il n'avait jamais montrée pour le latin. Sa machine terminée, il n'eut plus de repos qu'il ne l'eût mise en jeu, en l'actionnant par un moteur naturel. Le ruisseau voisin lui offrait la force motrice, mais il fallait encore la lui emprunter à l'aide d'une chute et d'une roue hydraulique. Rien ne l'arrêta, la chute fut établie, la roue construite et installée. Oh! bonheur! elle marchait à merveille, et les pilons faisaient leur office avec un bruit qui le remplissait d'une joie inexprimable. Il se plaisait à le rappeler, même lorsqu'il fut devenu célèbre. Aucun succès, aucun triomphe ne lui procura plus tard une aussi délicieuse émotion.

Dès ses jeunes années, son infirmité ne lui permettant pas de prendre part aux jeux et aux amusements de ses amis, il tourna son activité vers l'étude, et c'est ainsi qu'il acquit seul et par lui-même les notions de physique, de mécanique dont il sut tirer un si grand parti.

A l'âge de seize ans, désirant vivement se vouer à l'horlogerie, il quitta l'école et entra en apprentissage chez un horloger-rhabilleur de Blaubeuren. En 1832, il passa à Ulm, dans la fabrique bien connue de M. Stoos. Là, il fit des progrès, parce que la fabrique était organisée et administrée d'une manière rationnelle. On ne se contentait pas d'imiter ce qui se faisait ailleurs; mais, dès qu'un problème se présentait, on visait, pour le résoudre, le moyen le plus rationnel, sans se laisser distraire par la tradition. C'est ce principe que M. Hipp a suivi pendant toute sa vie, à la façon des Américains, dans toutes ses entreprises et dans ses nombreuses inventions.

Lorsque le fils de M. Stoos revint du Locle, où il était allé pour se perfectionner, le jeune Hipp le prit comme modèle et, en voyant sa main-d'œuvre si habile et si parfaite acquise dans notre pays, il se décida à y faire également un stage, bien résolu à se mettre en mesure d'exécuter de ses propres mains n'importe quel travail se rapportant à l'horlogerie.

Dans le but de se rapprocher de la Suisse française, il s'engagea d'abord pour une année à Saint-Gall (1834); il avait 21 ans. C'est là qu'il trouva, une nuit, entre deux sommes, la solution d'un problème qui le conduisit, dans la suite, à la conception d'horloges aussi simples que parfaites, aujourd'hui répandues

dans le monde par milliers. Lorsqu'il faisait l'histoire de cette invention, qui lui valut des distinctions de premier ordre, il racontait que, déjà au temps de son apprentissage, il avait remarqué qu'un pendule suffisamment lourd, et reposant sur des couteaux, peut osciller pendant plusieurs heures sans exiger une nouvelle impulsion. Donc, pour entretenir ses oscillations, et même pour faire mouvoir par son moyen les aiguilles d'une horloge pendant un jour entier, un petit nombre d'impulsions suffiraient. En outre, les impulsions ne sont nécessaires que quand l'amplitude des oscillations a atteint un certain minimum. La difficulté était donc de trouver le déclenchement correspondant à ce minimum.

Il rumina ce problème pendant plusieurs années, y revenant toujours comme à une chose d'un intérêt majeur, le tournant et le retournant sous toutes ses faces. Enfin, un matin, à quatre heures, en s'éveillant, la solution du problème se dévoila à son intelligence. Mais, étant alors simple ouvrier dans un atelier de rhabillage, il ne pouvait songer à mettre à exécution ce qu'il avait rêvé. Il est douteux même que, dans son entourage, quelqu'un eût pu saisir l'importance de cette découverte; c'est pourquoi il la garda pour lui et laissa mûrir son invention pour le jour où il pourrait la réaliser.

De Saint-Gall, M. Hipp vint à Saint-Aubin (canton de Neuchâtel), chez M. Savoie, où il trouva, outre son pain, l'occasion d'apprendre toutes les parties de l'horlogerie (genre suisse). A cette époque, quelques rares fabriques d'ébauches ne fournissaient qu'un certain nombre de pièces du mouvement de la montre, presque à l'état brut. L'horloger devait les finir lui-

même et les mettre en place en se conformant aux règles établies pour obtenir un bon réglage.

De nos jours, les conditions du travail sont changées; les fabriques, montées suivant le système américain, fournissent, à l'aide de leurs machines-outils, toutes les pièces dans un état de perfection assez avancé, et toutes exactement de mêmes dimensions, selon le calibre de la montre, de sorte que les ouvriers, qui ont chacun une spécialité distincte, n'ont plus qu'à les assembler, à échanger les pièces endommagées et à régler la marche.

Après un séjour de deux ans à Saint-Aubin et d'une année à Blaubeuren, M. Hipp se fixa, en 1841, à Reutlingen, comme fabricant de petite et de grande horlogerie.

Pour bien comprendre les dons intellectuels remarquables qui se manifestèrent en M. Hipp dans ses premières années qui suivirent, il faut savoir qu'à part de courtes études élémentaires, il ne reçut d'autre instruction que celle qu'il se donna lui-même et qu'il acquit par son travail personnel. Etant devenu boiteux, il ne pouvait prendre part aux ébats, aux plaisirs de l'adolescence et de la jeunesse; habitué à la solitude, d'esprit sérieux, avide de connaître, se nourrissant de fortes lectures, et pendant que ses amis s'amusaient, il étudiait la physique, la chimie, la mécanique, et cherchait les solutions originales de problèmes qui déjà préoccupaient, construisait sur des données nouvelles des appareils qu'il perfectionna plus tard. Comme la plupart des autodidactes, il eut des lacunes, et regretta toujours amèrement de ne savoir à fond ni les mathématiques, ni le dessin.

A peine établi à Reutlingen, il épousa M^{lle} Johanna Pliesinger. Travaillant pour son compte, il put donner un corps à l'invention qu'il brûlait de réaliser. On l'a vu plus haut, il s'agissait d'une horloge composée d'un pendule, muni d'un *organe essentiel* chargé de lui donner l'impulsion sans le concours d'un rouage à ressort ou à poids. Cet organe est une palette, ou dressée verticalement ou suspendue dans la partie moyenne ou inférieure du pendule de l'horloge. A chaque oscillation de celui-ci, elle passe sur les dents d'un petit peigne ou d'une contrepalette fixe. Quand les amplitudes sont assez grandes, la palette obtient un mouvement de déplacement suffisant pour passer sur le peigne sans s'y arrêter; mais lorsque les amplitudes sont devenues assez réduites, la palette ne passe que sur quelques dents du peigne et, au retour, vient appuyer contre l'une d'elles. La palette, s'arc-boutant ainsi sur la contrepalette, le mouvement en retour du pendule déprime un peu le ressort horizontal sur lequel cette dernière est montée. Cette légère bascule produit un contact électrique qui ferme le circuit d'une pile. Ce courant, passant par un électro-aimant, exerce une attraction sur l'armature fixée au pendule, qui reçoit ainsi une nouvelle impulsion sans le moindre attouchement.

Dans les premiers temps de l'apparition de ces horloges, on remarqua peu ou même point ce mode original de déclenchement, rendant au pendule l'impulsion nécessaire pour qu'il continue indéfiniment ses oscillations, sans altérer son mouvement. Lors d'une exposition qui eut lieu à Berlin en 1843, le rapport officiel en porte le jugement que voici: « Une horloge qui a son mouvement au bas du pendule. »

Et pourtant c'est cette conception qui a permis M. Hipp de construire le régulateur astronomique le plus constant, le plus exact et le plus parfait qui existe et dont s'honore l'Observatoire de Neuchâtel ¹.

La régularité extraordinaire de cette pendule, qui se traduit par une variation moyenne de sa marche ne dépassant pas $\pm 0^s,025$, est due essentiellement aux points suivants qui constituent les mérites principaux de cette belle conception :

1. La disjonction mécanique complète entre le pendule (le régulateur) et le rouage ou le cadran de l'horloge, mis en communication seulement par l'électricité.

2. Réduction au minimum et constance du travail à fournir par le pendule, qui n'a qu'à fermer quelques contacts électriques et à vaincre la résistance de l'air.

3. Intervention de la force motrice seulement au moment précis où elle est nécessaire, c'est-à-dire lorsque le travail fourni par le pendule a réduit son amplitude à une limite inférieure déterminée.

4. La presque inocuité des variations d'intensité du courant par le fait que, s'il est plus fort, il intervient plus rarement, et s'il s'affaiblit, l'impulsion est donnée plus fréquemment.

5. Absence complète d'huile dans le mécanisme du pendule, ce qui exclut la principale cause des changements de marche.

6. Facilité de faire marcher le pendule électrique dans le vide ou sous pression constante, et dans

¹ A. Hirsch. La pendule électrique de précision de M. Hipp. V. Bulletins des 6 mars 1884, 28 mai 1891 et 1^{er} avril 1892.

J. Hilfiker. Sur la marche de la pendule astronomique Winn à l'Observatoire de Neuchâtel. Bulletin, t. XV, p. 21, du 1^{er} avril 1891.

local où la température varie très peu, tout en plaçant le cadran à proximité de l'observateur.

Les journaux politiques et les revues techniques de ce temps discutaient à l'envi les diverses questions relatives à l'électricité et à ses applications. M. Hipp fut entraîné par ce courant. Il construisit un petit *moteur électrique* pour Reutlingen. Il cherchait et étudiait les meilleures dispositions des *piles* et *batteries*. Il inventa et construisit plusieurs *télégraphes électriques*. Parmi ces derniers, mentionnons le *télégraphe écrivant* en caractères anglais, qui fonctionnait particulièrement bien et faisait l'admiration de toutes les personnes accourues pour le voir.

La description et le dessin de cet appareil se trouvent dans la *Leipziger illustrirte Zeitung* du 20 décembre 1851, et dans *Dingler, Polytechnisches Journal*, 1851. Manquant des fonds nécessaires, M. Hipp n'a pas pu faire connaître et adopter ce télégraphe, bien qu'à cette époque il n'eût pas été difficile de vaincre la concurrence des autres systèmes, même du Morse. — Un de ces télégraphes de Hipp se trouve dans la collection de physique de l'Ecole polytechnique de Zurich.

Dans cette même année 1843, M. Hipp invente encore son *chronoscope*. A l'en croire, cette trouvaille extrêmement remarquable, et qui à elle seule aurait fait la réputation d'un mécanicien, est due au hasard. Lors d'une visite qu'il fit au professeur W. Eisenlohr, à Carlsruhe, celui-ci lui montra une petite horloge à poids, et sans pendule, qu'il venait de recevoir de Londres. L'échappement à ancre pouvait être arrêté ou lâché par un petit mouvement de l'armature d'un

électro-aimant. Le savant professeur voulait l'employer à vérifier les lois de la chute des corps; mais il dut renoncer, parce qu'il reconnut que la faible vitesse de l'aiguille au commencement du mouvement avait une trop grande influence perturbatrice sur les résultats. M. Hipp comprit bientôt qu'il ne serait possible de mesurer exactement la durée de la chute qu'à la condition d'éliminer complètement cette mise en marche imparfaite. Pour cela il faut attendre, pour commencer la mesure, que le mouvement de l'horloge ait acquis sa vitesse normale et régulière. M. le professeur Reusch, à Stuttgart, commanda à M. Hipp une horloge établie suivant ce principe : ce fut le premier chronoscope. M. Reusch en demanda encore plusieurs pour obtenir des perfectionnements toujours plus sensibles; il revendait l'ancien pour avoir un nouveau et dernier modèle. — Voici les principales améliorations trouvées par M. Hipp :

1. L'emploi d'une lame vibrante en acier, faisant 500 vibrations complètes par seconde, pour servir de régulateur.

2. La séparation du mouvement actionnant les aiguilles et du mouvement principal de l'instrument avec une disposition électro-magnétique permettant de relier instantanément les deux mouvements.

3. La disposition qui permet de marquer le commencement et la fin d'une observation, ou par fermeture et rupture, ou par rupture et fermeture, ou par rupture et rupture, ou par fermeture et fermeture de circuit.

Avec une patience admirable et un travail de plusieurs semaines, M. Hipp parvint à constater que

lame vibrante donnant les meilleurs résultats doit avoir sur toute sa longueur la même largeur et la même épaisseur.

Ce magnifique appareil, qui mesure les millièmes de seconde avec autant de facilité que de précision, a rendu de grands et nombreux services aux physiiciens, aux physiologistes et aux astronomes. Pour ne citer que les derniers, nous rappelons les difficultés particulières que présente « l'équation personnelle » dans les observations si délicates de passage des astres devant les fils des lunettes.

L'invention du *chronographe* se rattache à celle du *chronoscope*. Cet appareil fournit le moyen d'inscrire sur un papier les instants successifs dans le cours d'observations, par exemple les passages d'étoiles devant les fils de la lunette méridienne. Un appareil auxiliaire, appliqué après l'observation sur les espaces dessinés, mesure les intervalles de temps jusqu'au centième de seconde. Le chronographe de M. Hipp est largement employé dans tous les observatoires de quelque importance. M. Hipp en a construit deux types différents. Les descriptions détaillées de ces deux appareils se trouvent dans *Schneebeli*: « Die elektrischen Uhren » (Orell Füssli & C^{ie}, Zurich, 1878); — *A. Favarger*¹: « L'électricité et ses applications à la chronométrie » (*Journal d'horlogerie*, Genève, 1892).

La solution d'un autre problème, proposé à M. Hipp lors de sa visite au célèbre M. Wheatstone, à Londres, demandait aussi une sagacité extraordinaire, une vue

¹ Nous tenons à remercier ici M. A. Favarger, successeur de M. Hipp, de l'amabilité avec laquelle il a bien voulu nous fournir de nombreux détails sur l'activité pratique de M. Hipp.

pénétrante et une connaissance parfaite des moyens mis en œuvre. Le physicien anglais, cherchant à déterminer la vitesse de la lumière, désirait donner à un miroir un mouvement de rotation extrêmement rapide; pour cela, il avait fixé un petit miroir sur l'axe de la roue de rencontre d'une montre de poche, après en avoir enlevé la verge et la roue d'échappement. En mettant en jeu le mouvement, il obtenait environ 300 tours de son miroir par seconde. — A Paris, on avait fait de vains efforts avec un moteur de quatre chevaux pour obtenir un plus grand nombre de tours. — M. Hipp, piqué au jeu, se mit avec acharnement à cette besogne et fit essais sur essais. Il fit tourner d'abord un axe d'acier dans du laiton, obtint 300 à 400 tours; mais à ce moment, le laiton échauffé commençait à fondre. Avec des coussinets en acier, il obtint environ 500 tours. Le résultat était encore moins bon en plaçant l'axe sur les jantes croisées de quatre roues. Dans le cours de ces essais, M. Hipp observa qu'on pouvait augmenter la vitesse de rotation jusqu'au moment où le son produit devenait identique au son des vibrations propres de l'axe en acier, et que la destruction se faisait à ce moment-là. Il en conclut que ces vibrations propres étaient nuisibles et qu'il fallait les empêcher. Il essaya donc de loger l'axe dans une gaine d'acier et de fixer celle-ci dans un fort disque de cuivre. Par ce moyen il parvint, avec peu de force et sans bruit, au nombre de plus de *2000 tours par seconde*.

Le moment où M. Hipp s'établit à Reutlingen appartient à l'époque où la télégraphie prend son grand développement en Europe, et où l'appareil Morse

surtout se répand de plus en plus. La réputation de M. Hipp était déjà assez grande pour que les directeurs des télégraphes des différents pays, les Eisenlohr, Steinheil, Jacoby, Schœnbein, etc., vinssent le trouver chez lui. Hipp alla à Vienne montrer son télégraphe ; il était question de le nommer directeur de l'atelier de construction de télégraphes à Vienne (1845). Mais cette nomination n'aboutit pas, le bruit s'étant répandu, bien à tort, qu'il était entré dans le courant politique révolutionnaire de cette époque.

Ce fut la Suisse qui se chargea de rendre hommage aux mérites supérieurs de l'habile électricien ; sur la recommandation de M. Steinheil, M. Hipp fut nommé par le Conseil fédéral, en 1852, directeur de l'atelier de construction de télégraphes qu'on venait de créer à Berne, et directeur technique de l'administration des télégraphes.

Cet atelier fut fondé au moment même où l'on introduisait en Suisse la télégraphie électrique, et cela principalement parce qu'on ne pouvait se procurer les appareils nécessaires d'une autre manière.

Rappelons en passant ce qu'était la télégraphie à cette époque : on a peine à croire que pour expédier une dépêche de Berne à Saint-Gall, il fallait la transcrire plusieurs fois, malgré l'intercalation de plusieurs translateurs, et que ce fut un grand événement quand on réussit par hasard à le faire directement. M. Hipp reconnut la cause de ces imperfections dans l'organisation défectueuse et dans le maniement irrationnel des appareils. Il ne parvint à vaincre les difficultés de toute espèce inhérentes à l'établissement d'un service nouveau où tout était à créer, qu'à force de voyages, d'inspections, de tâtonnements, d'instructions

pour former un personnel convenable. Tant d'efforts finirent par obtenir un plein succès, reconnu, non seulement en Suisse, mais à l'étranger. Le gouvernement de la Sardaigne demanda l'autorisation de commander des appareils suisses. M. Hipp posa les premiers à Chambéry, en présence d'un adversaire déclaré du système Morse, M. l'abbé Chamoine, professeur de physique au Collège. Celui-ci, en voyant fonctionner les appareils suisses du système Morse, sous la forme que lui avait donnée Hipp, changea bientôt d'avis et se déclara grand admirateur du système. — En 1838 le gouvernement napolitain fit une étude comparative de tous les systèmes en usage en Europe, et se décida pour les appareils suisses. — Le même système fut adopté par la Sicile, les Etats pontificaux, et enfin le reste de l'Italie.

Le temps passé à Berne par M. Hipp fut pour lui une période d'extrême activité; l'atelier, l'administration, les voyages, les études occupaient tous ses instants, car il ne reculait pas devant les problèmes qui lui étaient posés, et il communiquait volontiers ses idées et ses réflexions sur des questions d'ordre scientifique. Il était en relations suivies avec les professeurs Beecher à Munich; H. Wild, à Saint-Petersbourg; R. W. à Zurich; Brünner von Wattenwyl, à Vienne, et plus tard, lorsqu'il fut établi à Neuchâtel, surtout avec Hirsch, directeur de l'Observatoire, et M. Schneebeli, professeur à l'Ecole polytechnique de Zurich.

Comme constructeur d'instruments de haute précision, tant astronomiques que physiques, M. Hipp était aussi en rapport avec MM. E. Plantamour, E. Warman et A. de la Rive, à Genève; von Oppolzer, à Vienne; A. Mousson, à Zurich; Blaserna et le Père

Secchi, à Rome; avec M. Bonelli, directeur des télégraphes d'Italie; avec M. Matteucci, à Pise; avec M. Ruhmkorff, à Paris; avec M. Dubois-Reymond, à Berlin; avec M. Jacoby, à Saint-Petersbourg, et bien d'autres encore.

Les Bulletins de la Société des sciences naturelles de Berne renferment de nombreuses communications présentées par M. Hipp, en particulier :

Des translateurs (1853), étude expérimentale sur la durée de l'attraction ou du relâchement d'une armature, en fonction de l'intensité du courant et de la tension des ressorts. (Voir aussi Dingler, *Polyt. Journal*, tome 128, fasc. 4, 1853.)

Horloge de contrôle télégraphique pour chemins de fer (1854). Cette horloge est un appareil de télégraphe complet, destiné à contrôler la vitesse du train et le service de surveillance. Elle fut construite pour le chemin de fer de Turin à Gênes.

Sur la télégraphie simultanée en deux sens inverses sur un seul fil (1855). Dans cette communication, M. Hipp résume une étude expérimentale des systèmes du Dr Gintel, directeur des télégraphes de Vienne, et de Siemens et Halske, à Berlin, avec conclusion que ces systèmes ne sont pas à recommander.

Effets différents de courants d'intensités égales sur des électro-aimants. Cette notice a engagé M. von Beetz à faire de ce sujet une étude approfondie.

Dans les années 1855 et 1856 (voir Bulletins de Berne, 1856, p. 81), M. Hipp s'occupa beaucoup du *métier à tisser par l'électricité*. L'idée en était due à M. Bonelli, qui consacra à sa réalisation une bonne partie de sa fortune personnelle, et sut gagner le

concours du gouvernement sarde et du comte Cavour. L'invention avait pour but de remplacer, par des tractions électro-magnétiques sur les fils, l'emploi des cartons très chers du métier Jacquard. M. Bonelli lui-même avait réussi à construire un petit métier; mais, d'après les essais faits à Paris, les grands métiers de ce genre semblaient chose impossible. Pour sortir d'embarras, on appelle M. Hipp à Turin, on le consulte, on le prie de se charger des perfectionnements. Il se mit à l'œuvre et parvint à construire trois métiers de conception différente, en surmontant de nombreuses et graves difficultés de la manière la plus ingénieuse et la plus originale. Mais, malgré tout, il estimait que, pour le moment, le métier électrique ne pouvait pas lutter avec succès avec le métier mécanique, en bonne partie parce que les dynamos modernes n'étaient alors pas disponibles. Il conservait, de ces essais, comme une relique, un morceau d'étoffe de soie, tissée sur le métier électrique, en présence du ministère royal et de nombreux ambassadeurs de puissances étrangères, où on lisait l'inscription suivante :

*Al signor conte di Cavour
Presidente del Consiglio dei Ministri
Protettore dell' industria nazionale
La Società dell' Elettro-Tessitura-Bonelli
Appareil Hipp — Direttore Guillot
Disegno del Cav. Capello.
D. D. D.*

Le dessin du tissu avait quatre mètres de longueur et correspondait à 40 000 cartons du métier Jacquard. Il était obtenu en plaçant simplement dans l'appareil une feuille de papier sur laquelle le dessin était tracé avec une encre spéciale. Lors de la visite des illustres

personnages, le dessin de l'étoffe fut interrompu, et l'on vit apparaître et se tisser peu à peu l'inscription qu'on vient de lire, surprise ménagée par M. Hipp pour montrer l'incroyable obéissance du métier nouveau à la volonté de son directeur.

Cette même année 1856, M. Hipp construisit une *modification de l'appareil Morse*, plus simple et plus sûre, n'exigeant plus ni relais, ni pile locale, et qui assurait l'exactitude de la transmission des signaux dans les stations montées en translation. Cette forme du télégraphe, avec ce perfectionnement, est répandue par milliers d'exemplaires en Suisse et dans les pays limitrophes de la Méditerranée. La description complète, avec les instructions nécessaires, a été imprimée à Berne.

Une autre idée originale de M. Hipp : *Nouvelle application de l'électricité*, se lit dans une brochure sous ce titre (Berne, 1857, page 66). En 1856, il avait construit un câble de 5 400 mètres pour relier Bauen à Flüelen, sur le lac des Quatre-Cantons. Un fil de cuivre, isolé par la gutta-percha, était enveloppé de chanvre goudronné, et par dessus, de deux rubans de fer enroulés en hélice. Il fut impossible à M. Hipp de diriger la pose du câble. Au bout de peu de temps, on s'aperçut que le câble perdait du courant. Comment faire pour découvrir l'avarie et la réparer, étant donnée l'impossibilité de relever le câble, parce que sa résistance à la traction était plus faible que son poids même dans l'eau ?

M. Hipp utilisa alors, avec infiniment de sagacité et d'appropriation, les effets électrolytiques du courant ; il relia le câble, par le fil de cuivre, au pôle positif

d'une forte pile et mit l'autre pôle à terre. Après deux jours de traitement par ce courant, l'oxydation du fer était si forte que les hélices successives du ruban de fer se soudèrent entre elles et devinrent imperméables à l'eau et au courant.

Les propriétés si particulières des *courants d'induction* faisaient croire qu'on pourrait les utiliser avantageusement pour la télégraphie à grande distance. M. Hipp étudia cette question et se convainquit de la possibilité de leur application. (Voir *Archives des Sciences naturelles*, Genève, février 1859; *Mittheilungen*, Berne, février 1859.) Désirant ardemment faire une expérience concluante, il construisit un appareil approprié, dans le but de l'introduire dans le service télégraphique, et partit pour Paris. Il fut introduit dans le bureau des télégraphes par le directeur, M. Alexandre, et se mit en devoir d'installer son appareil et d'établir les communications nécessaires avec Bâle. M. Hipp télégraphia lui-même et obtint de si bons résultats que tous les assistants en furent émerveillés.

En 1860, M. Hipp publia une notice sur *Les perturbations dans la télégraphie électrique pendant l'aurore boréale*. (Berne, Bulletin 1860, p. 33.)

Dans les dernières années de son séjour à Berne, plus d'une fois la jalousie provoquée par l'immense succès des appareils Morse, de fabrication Hipp, lui attira de sérieux désagréments. Aussi, se demanda-t-il s'il ne ferait pas mieux de quitter sa position, où la liberté lui manquait, pour fonder une fabrique indépendante. Sa décision fut prise lorsque le Conseil fédéral sépara l'atelier de construction de la direction technique générale des télégraphes.

A cette époque, M. Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, alla à Berne dans le but de commander à M. Hipp plusieurs appareils électriques pour cet établissement. Il suggéra à l'éminent mécanicien la possibilité de trouver dans notre pays des capitalistes disposés à créer pour lui, à Neuchâtel, une fabrique de télégraphes et d'appareils électriques. Ainsi M. Hirsch mit M. Hipp en rapport avec M. Aimé Humbert, ancien conseiller d'Etat, qui était alors un des principaux directeurs de la société « l'Union horlogère », de La Chaux-de-Fonds, et avec M. le professeur Desor. Celui-ci, en particulier, lui était d'un puissant appui pour la création d'un tel établissement, auquel des capitalistes de Neuchâtel, Berne, Zurich et Trogen s'intéressèrent. L'organisation de la Société et l'entente avec M. Hipp avancèrent assez rapidement pour que celui-ci pût quitter Berne au mois d'août 1860 et se fixer à Neuchâtel en septembre de la même année.

Les premiers ateliers mis en activité à Neuchâtel furent installés dans l'immeuble Jacot-Guillarmod, situé directement au-dessus de la gare. Plus tard, on aménagea dans ce but un des anciens greniers de la ville, aux Terreaux, alors halle de gymnastique, où la fabrique se trouve encore actuellement.

On comprend que, débarrassé d'un contrôle bureaucratique gênant, M. Hipp put se livrer à des travaux plus variés qu'à Berne : il construisit des *horloges de tours*, des *horloges électriques*, une multitude de *sonneries électriques*, des *tableaux indicateurs*, des *thermomètres* et des *baromètres enregistreurs*. (Voir Bulletins du 24 janvier 1862, du 16 mai 1862, du 15 janvier 1864 de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel, dont il devint un membre assidu et zélé.)

A l'aide du chronoscope et du chronographe, détermina (1861), en collaboration avec son aide M. Hirsch, la *vitesse de transmission des excitations nerveuses*. — Il communiqua aussi les expériences faites à Berne, en 1856, pour déterminer la *vitesse de propagation de l'électricité* (Bulletin de Neuchâtel, 13 septembre 1861). Le résultat frappant, que l'électricité se propage plus vite dans le long fil d'un pont Wheatstone que dans le fil court, fut déjà attribué à lui à l'effet de l'extra-courant, ainsi qu'on l'explique aujourd'hui par la « self-induction ».

En 1862-1863, M. Hipp cherchait à transmettre la voix humaine par le télégraphe électrique. (Bulletin du 20 février 1863.) Mais il rencontra des difficultés qu'il jugea insurmontables pour le moment, sans avoir toutefois jusqu'à prétendre que le problème fût insoluble. Des appareils qui subsistent encore semblent prouver qu'il a cherché à composer les voyelles (selon Helmholtz) par les sons de lames vibrantes, que ces lames étaient mises en vibration par des roues dentées à nombre de dents et à vitesse de rotation appropriés.

L'étude des *signaux pour chemins de fer* et la *mise en position automatique des disques* l'occupèrent aussi de leur tour et donnèrent lieu à des études très longues et très profondes. Il remplaça la disposition purement mécanique par un déclenchement électrique au lieu d'une mise en position mécanique. A cette occasion il trouva de nouveau une de ces solutions singulièrement simples et élégantes d'un problème difficile, une de ces solutions qu'on aime à rencontrer si nombreuses dans son œuvre. En effet, les disques, qui tournent librement sur un axe vertical, sont facile

mettre en bonne position par le beau temps ; mais quand le vent souffle, ils se disposent d'eux-mêmes de manière à présenter leur surface perpendiculairement à la direction du vent, et cela avec d'autant plus de force que le vent est plus intense. On conçoit qu'une fausse position pouvait devenir désastreuse. Pour éliminer l'action du vent, on avait essayé des disques à fentes, à ouvertures, etc. M. Hipp trouva enfin la très simple solution que voici : il suffisait de fixer sur le même axe deux disques identiques, mais faisant entre eux un angle droit.

En général, M. Hipp est parvenu à résoudre les questions les plus hérissées de difficultés par les voies les plus simples, de vraies trouvailles, des éclairs de génie, sans se perdre dans de longs calculs. A cet égard il ressemblait, quoique dans un autre domaine, au grand mathématicien suisse Jacob Steiner¹.

Vers 1865, M. Bonelli recourut, en faveur de son *télégraphe imprimeur*, aux bons offices de M. Hipp, qui consentit à construire un nouveau modèle. Celui de M. Bonelli exigeait une ligne de cinq fils, celui de M. Hipp n'en demandait qu'un, et donnait plus de dépêches que l'appareil Morse. La dépêche était écrite en caractères romains sur un ruban de papier convenablement préparé. (Voir Bulletin, tome VII, p. 499.)

Le *télégraphe autographe* (chimique), construit pour le Japon, doit se trouver au complet dans une collection de Berlin (Reichspostamt?).

En 1867, M. Hipp, étudiant les rhéostats, observa que la *résistance* électrique des métaux ne demeure

¹ Sur la jeunesse duquel on vient de découvrir à Berne des documents d'un haut intérêt.

pas invariable, mais diminue notablement avec le temps, et qu'il en résulte un inconvénient pour les rhéostats en métal.

La même année, au printemps, il fit voir à Neuchâtel, comme objet de curiosité, en séance publique, un *piano électrique* qu'il avait construit pour l'Exposition universelle de Paris, où il fut envoyé. Cet instrument jouait un certain nombre de morceaux avec une précision qui ne laissait rien à désirer. Le mécanisme se composait d'un ensemble d'électro-aimants disposés pour agir sur le clavier d'un piano ordinaire; on les excitait pour frapper sur les touches, soit individuellement, soit par groupes, en faisant passer sous des ressorts à contact des cartons préparés, percés de trous. (Description et dessin dans Dingler, *Polytech. Journal*, tome 183, page 200.)

Il faut bien reconnaître que le piano électrique occupe, dans le riche trésor d'inventions et de constructions que l'ingénieux mécanicien de Blaubeuren a laissé à la postérité, une place plutôt curieuse au point de vue psychologique de l'inventeur, qu'importante au point de vue de l'art.

C'est à la même époque que M. Hipp construisit et fit voir un petit *moteur électro-magnétique*, avec armature en fer. Il avait éliminé les étincelles au commutateur en formant les bobines de fil de cuivre nu, de sorte que les spires d'une couche se touchaient, mais les diverses couches étaient isolées l'une de l'autre par une feuille de papier. Les faibles courants d'excitation suivaient alors toutes les spires, tandis que l'extra-courant, ne passant que de couche en couche, ne parvenait pas à se former.

La station météorologique centrale de Vienne (Au-

triche) reçut de M. Hipp, vers la fin de 1869, un *anémomètre enregistreur* électro-magnétique, dans lequel l'anémomètre proprement dit était séparé de l'appareil enregistreur; le premier était exposé au vent, le second était installé dans une salle, à l'abri de toutes les intempéries.

C'est encore à Vienne qu'il envoya un *releveur* perfectionné pour chronographe, permettant de relever très rapidement les intervalles de temps à 0,01 de seconde près. Cet appareil lui avait été demandé par M. von Oppolzer (1874).

Depuis 1864, la ville de Neuchâtel avait été dotée d'un réseau d'horloges électriques établi par ses soins. En 1867, M. Hipp installa à l'Hôtel-de-Ville une *horloge-mère* d'une très belle construction, qui, mise à l'heure tous les jours, au centième de seconde près, sur un signal donné par l'Observatoire, assure la marche précise de toutes les horloges électriques des rues et de l'intérieur des maisons. Le système adopté est le même que pour les horloges électriques dont M. Hipp a doté de nombreuses villes, parmi lesquelles nous citons Stuttgart, Zurich, Chemnitz, Winterthour, Magdebourg, Berlin, Cologne, Milan, Heilbronn, Bochum, Berne, La Chaux-de-Fonds, Le Locle, Bienne, Bâle, Genève, Nice, Gênes, etc.

D'après les nombreuses et longues expériences fournies par tous ces réseaux, on peut affirmer que M. Hipp a trouvé, par ses cadrans électriques, la solution la plus simple et la plus parfaite du problème si important pour notre époque de civilisation fiévreuse, de répandre dans les rues, sur les places, dans les gares, les bureaux, ateliers et magasins des

grandes villes, partout la même heure, jouissant de la précision astronomique qu'un Observatoire seul peut leur garantir.

Parmi les nombreuses installations de distribution d'heure exécutées par M. Hipp, l'une des plus originales et des plus intéressantes est celle que, de concert avec M. le Dr Hirsch, il a organisée, déjà en 1863, pour fournir chaque jour l'heure astronomique aux nombreux centres de fabrication horlogère de la Suisse occidentale.

Son centre général est l'Observatoire de Neuchâtel. Cet établissement, dans lequel sont installés les instruments (pendules, contacts, relais, piles, rhéostats, boussoles, commutateurs, etc.) qui doivent concourir au service de distribution, est aujourd'hui relié électriquement avec les localités suivantes : Neuchâtel, La Chaux-de-Fonds, Le Locle, Les Brenets, Les Ponts, Fleurier, Sainte-Croix, Le Sentier, Le Brassus, Bienne, Saint-Imier, Berne, dont la plus éloignée est à 156 kilomètres du centre général.

Dans chacune de ces stations secondaires se trouve une pendule de construction spéciale dont le balancier est ordinairement au repos, mais qui, au moment de l'arrivée de l'émission du signal d'heure lancée par l'Observatoire, se met en marche et indique à partir de ce moment le temps exact de l'Observatoire.

L'employé que cela concerne n'a plus alors qu'à comparer la marche de son régulateur ou de son chronomètre avec celle de la pendule et à la corriger. Cette comparaison, grâce à une disposition ingénieuse de la pendule qui fait de celle-ci un véritable *vernier* de temps, peut se faire à un soixantième de seconde près. Tôt après la comparaison, le balancier est de

nouveau recroché et prêt pour l'observation du jour suivant.

Les fils électriques reliant l'Observatoire aux diverses stations de réception du signal d'heure sont (à l'exception de quelques kilomètres de lignes spéciales) les lignes télégraphiques de la Confédération, qui chaque jour de 12 h. 45 à 1 h. 15 sont mises à la disposition de l'Observatoire.

Il est superflu d'insister ici sur les immenses services qu'a rendus et que rend encore à notre industrie nationale l'installation que nous venons de décrire sommairement. Il est évident que, sans elle, le réglage de précision serait pratiquement une impossibilité.

Malgré tous ces travaux, qui auraient absorbé un homme ordinaire, M. Hipp ne perdait pas de vue sa pendule astronomique, dont il étudiait la marche et améliorait la construction avec le précieux concours de son ami, M. Hirsch, le directeur de notre Observatoire. (Voir : *Influence de la pression atmosphérique sur la marche du pendule*. Bulletin, 11 février 1877.)

Le résultat de ces recherches était qu'une augmentation de la pression atmosphérique de 1 millimètre de mercure retarde la marche du pendule de 0,01 de seconde en 24 heures. Ce fait engagea M. Hipp à enfermer son pendule dans un tube de verre hermétiquement clos, pour obtenir une pression constante. Naturellement, il est bien plus facile d'obtenir l'herméticité complète d'une cage pour un pendule électrique qui ne communique que par quelques fils minces avec le cadran, les piles, enfin avec le monde extérieur, que pour une horloge à poids qu'il faut remonter périodiquement.

Les efforts combinés de l'horloger-électricien et de l'astronome, qui permettaient de suivre immédiatement par des observations exactes, prolongées pendant des mois, les résultats obtenus par les perfectionnements successifs, et de découvrir les moindres petits défauts auxquels il importait encore de remédier, ont abouti à doter l'Observatoire de Neuchâtel de la plus parfaite pendule de précision qui existe et dont la variation diurne dépasse à peine l'incertitude ($\pm 0^s,01$) avec laquelle les installations et les instruments astronomiques les plus perfectionnés permettent aujourd'hui de déterminer l'heure dans les observatoires.

Dans les années qui suivirent, M. Hipp construisit encore de nombreux instruments et appareils intéressants : un *gyroscope électrique*, un *limnimètre* pour le lac de Neuchâtel, installé à la colonne météorologique du chef-lieu ; un *seismomètre* en forme de pendule, qui indique la direction, l'intensité, le genre et le moment exact du commencement du tremblement de terre ; un *microphone*, un *enregistreur automatique de niveau d'eau* pour les réservoirs de villes, un *avertisseur d'incendie* pour les villes de Bâle et de Munich ; enfin, un *appareil de contrôle de la vitesse des trains*, appareil bientôt fort répandu. (Voir Schneebeli, dans *Eisenbahn*, IV, 10, Zurich.)

Toutes ces inventions, tous ces appareils nouveaux et beaucoup d'autres qui, sans être inventés par M. Hipp, ont été construits et perfectionnés par lui, furent présentés dans les séances de notre Société des sciences naturelles par lui-même. Il se faisait un plaisir de les expliquer, d'en décrire la structure et

de les mettre en jeu, sans se soucier de la peine, du dérangement, de la perte de temps et des sacrifices que lui occasionnaient souvent ces communications et ces expériences, toujours accueillies avec le plus vif intérêt.

Ses relations avec l'Académie, en particulier pour ce qui concernait l'astronomie, la physique, la chimie, n'étaient pas moins intimes et empreintes de la plus sincère cordialité. Il prêtait et confiait aux professeurs ses excellents appareils, tout ce qu'il avait à sa disposition. Si quelque difficulté se présentait dans les expériences, si quelque instrument éprouvait une avarie, il n'épargnait pas ses services personnels, les conseils de sa longue expérience et le travail de ses mains, dont l'habileté faisait l'admiration des praticiens les plus expérimentés. C'est avec reconnaissance que les membres de la Société et les anciens étudiants se souviennent de M. Hipp, dont la présence parmi nous reste entourée d'une auréole lumineuse.

* * *

Mais les années qui semblaient respecter cette activité extraordinaire, en la laissant presque intacte jusqu'à l'âge de plus de 70 ans, finirent par avoir raison de sa constitution robuste et de sa santé, qui s'étaient conservées grâce à la vie la plus sobre et la plus régulière. Il tomba malade très dangereusement, et l'on craignit pour sa vie ; une affection du cœur se déclara, et il comprit que la fin était proche. Cependant, il se remit assez pour reprendre la direction des ateliers de la Fabrique de télégraphes ; seulement, il était obligé de s'y faire conduire en voiture. Il tint

bon jusqu'au 15 février 1889 où, à l'âge de 76 ans, il se démit de ses fonctions pour les confier à ses successeurs, MM. de Peyer et Favarger, qui continuent à maintenir la haute réputation de la maison.

Peu après, le 20 juin 1889, M. Hipp quitta Neuchâtel pour se rendre à Zurich, chez une de ses filles établie à Fluntern. Dans sa retraite, et malgré les infirmités de la vieillesse, les progrès incessants de l'électricité continuaient à occuper son esprit, et il les suivait avec l'intérêt le plus vif; il reprenait les anciens problèmes et les combinait avec les nouveaux pour chercher des solutions qu'il ne lui était plus permis d'exécuter. Mais la maladie s'aggravait, malgré les soins tendrement attentifs et dévoués de sa famille. Enfin, le 3 mai 1893, il rendit le dernier soupir.

L'inventeur original et hardi, le travailleur infatigable, l'ami fidèle, généreux et désintéressé n'était plus. Sa mémoire restera au fond du cœur de tous ceux qui l'ont connu.

Sa vie fut semée de difficultés comme celle de tous ceux qui, partis des rangs inférieurs de la société, visent haut et sont obligés de se frayer un chemin à travers mille obstacles avant d'inspirer confiance même à leurs égaux, et de voir les grands et les forts réclamer leurs services et proclamer leur supériorité.

Il eut aussi des chagrins, outre celui causé par son infirmité, source de fatigues extrêmes et, dans bien des cas, d'impuissance. Pendant qu'il était à Neuchâtel, il perdit son fils unique, âgé d'environ vingt ans, dans des circonstances particulièrement douloureuses. Il vit ainsi disparaître celui qui, dans ses rêves d'avenir, devait être son bras droit, son appui et son

successeur. Ce fut une terrible épreuve, dont il eut peine à se relever.

En revanche, le succès n'a pas trahi ses efforts ; il a reçu tous les genres de récompenses, celles qui pouvaient le plus le flatter et l'encourager : diplômes, médailles, décorations, hommages des savants, estime générale, aucune distinction ne lui a manqué. Dans toutes les grandes expositions de la seconde moitié de ce siècle, M. Hipp a obtenu les premiers prix, les premières médailles ; le gouvernement autrichien lui décerna la croix de chevalier de l'ordre de François-Joseph, l'Université de Zurich lui remit en 1875 le diplôme de docteur *honoris causa*.

Mais ces hommages extérieurs ne sont pas ce qui fait sa grandeur ; ce qui l'élève au-dessus de la foule, c'est l'idéal qu'il eut constamment devant les yeux, pendant sa longue et belle carrière, et qui le poussait vers la perfection ; cet idéal qui lui faisait chercher toutes les applications de l'électricité aux problèmes les plus variés de la science et de l'industrie, et la rare combinaison qui s'est réalisée en lui de l'horloger le plus habile avec le savant électricien.



EXTRAIT DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Année 1895-1896

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 7 NOVEMBRE 1895

Présidence de M. O. BILLETER.

Après la lecture du procès-verbal de la séance du Locle, la Société procède à la nomination de son bureau pour la période 1895-1897.

M. Louis FAVRE est nommé *président*, M. Léon DU PASQUIER, *vice-président*, et M. Emmanuel BAULER, *caissier*. M. Pierre de Meuron déclinant une réélection, MM. Henri RIVIER et Roger CHAVANNES sont désignés comme *secrétaires*.

M. E. BAULER communique les comptes de l'exercice 1894-1895. Ils soldent par un actif de 3850 fr., 12 au 1^{er} juillet. Le fonds spécial pour le monument Jaccard s'élève actuellement à 322 fr. Le nouveau bureau, auquel la Société adjoint M. BILLETER, président sortant de charge, aura à se mettre en relations avec M. Alfred Rychner, architecte, pour l'exécution de ce monument.

SÉANCE DU 7 NOVEMBRE 1895

Présidence de M. L. FAVRE.

Le Comité est chargé de réitérer la demande de la jouissance d'une salle à la Bibliothèque de la ville pour y placer la bibliothèque de la Société. Il semble résulter de la

réponse du bibliothécaire qu'à défaut d'une salle entière nous pourrions peut-être en avoir au moins une partie.

M. BILLETER propose de tenir de temps à autre des séances l'après-midi, ce qui permettrait aux membres externes d'y assister. Le bureau est chargé d'étudier cette question, ainsi que celle du montant de la cotisation pour les membres externes.

M. le Dr Edouard CORNAZ lit une notice intitulée: *La variole et les vaccinations à Budapest*, d'après les données du Dr Gustave Thirring. Une loi promulguée en 1887 ayant rendu obligatoire la vaccination de chaque enfant dans le courant de sa première année, la variole, qui de 1881 à 1886 enlevait en moyenne $441 \frac{3}{7}$ personnes par an, ne causa plus que 14 décès en 1888 et une moyenne de $2 \frac{3}{4}$ pendant les années 1889 à 1893. M. Cornaz compare les divers documents de son confrère hongrois avec ce qui se passe en réalité chez nous, malgré les prescriptions formelles de notre loi. (Voir p. 45.)

M. le professeur PERROCHET, autrefois pasteur au Val-de-Ruz, rappelle ce qu'il y vit en 1871, alors que la variole nous avait été apportée par l'armée de l'Est. A Fontaines, grâce à l'influence du Dr Schærer, grand partisan de la vaccination, il n'y eut que des cas isolés. En revanche, à Cernier et à Fontainemelon, où l'on négligea d'abord les mesures de précaution, la variole sévit très fortement, jusqu'à ce que, dans ce dernier village, la fabrique d'horlogerie eût fait prendre à ses ouvriers les mêmes mesures qu'à Fontaines. A Cernier, il y eut jusqu'à trois enterrements dans la même journée, et M. Perrochet eut à visiter simultanément douze malades atteints de variole confluente, sans parler des individus qui avaient une petite vérole discrète. Enfin, aux Hauts-Geneveys, un jeune homme qui avait succombé à la variole fut gardé trois jours à la maison, habillé après son décès et veillé par ses contemporains; dont un contracta

la petite vérole, à laquelle heureusement il ne succomba pas.

M. le professeur HIRSCH, appuyé par M. le professeur BILLETER, demande que la Société publie immédiatement cette notice, ainsi que les observations de M. Perrochet, dans un de nos journaux, car il y a là, dit M. Billeter, un devoir à remplir vis-à-vis de la population. Cette proposition est adoptée.

M. Louis ROLLIER, géologue, membre correspondant de la Société, présente les minutes à l'échelle de 1:25000 de la région *Chaumont-Chasseral* de la carte géologique de la Suisse. Ce travail est très admiré, à juste titre.

M. le professeur PERROCHET présente quelques exemplaires d'une variété naine, non encore décrite, de *Gentiana campestris*, trouvée près de Fionnay (Val de Bagnes). Ils présentent tous les caractères distinctifs de l'espèce et ne peuvent pas être confondus avec une autre *Gentiane*. Leur taille est de 3-4 cm.; ils ont été trouvés dans des sables d'alluvion au bord de la Dranse.

M. R. CHAVANNES montre un *compteur d'eau* très ingénieux, qui lui a été envoyé par la maison Thomson & C^{ie}. A la suite de cette communication s'engage entre MM. CHAVANNES, BILLETER, DU PASQUIER et ROLLIER une intéressante discussion sur les causes de *l'encrassement des conduites d'eau par le tuf*. Bien que contenant une proportion de bicarbonate de chaux peu différente, l'eau du Seyon et l'eau des sources du Champ-du-Moulin ont sur les conduites un effet tout différent: la première y produit un abondant dépôt, la seconde les laisse intactes. Il paraît résulter d'observations communiquées par M. Rollier que le principal facteur de l'encrassement des conduites doit être recherché dans les algues qui se trouvent dans l'eau. Ces organismes absorbent l'acide carbonique et provoquent ainsi les dépôts de calcaire. Ces algues ont besoin de lumière pour se développer; c'est pourquoi elles ne

peuvent exister dans l'eau des sources du Champ-du-Moulin, qui est captée et amenée en ville dans l'obscurité, tandis qu'elles abondent dans l'eau du Seyon. La lumière serait ainsi la principale cause de la décomposition du bicarbonate de chaux contenu dans les eaux de source.

Sur la proposition de M. le professeur L. DU PASQUIER, la Société nomme une Commission chargée de provoquer des observations pluviométriques dans le canton. Ces mesures, dont il avait été déjà question dans une précédente séance, seront d'une grande utilité pour *l'étude hydrologique du Jura*. Cette Commission est composée de MM. R. Chavannes, S. de Perrot et L. Du Pasquier.

SÉANCE DU 21 NOVEMBRE 1895

Présidence de M. L. FAVRE.

Après la lecture du procès-verbal, M. le PRÉSIDENT communique à la Société la lettre de démission de M. le Dr Albrecht.

MM. Alfred Berthoud, professeur à Boudry, et Eugène Bouvier, à Neuchâtel, sont inscrits comme candidats, sur la présentation de MM. CONNE et RIVIER pour le premier, BOURGEOIS et RIVIER pour le second.

M. le PRÉSIDENT annonce que le bureau a examiné les comptes et les a trouvés en règle.

Quant aux séances de l'après-midi, la Société décide qu'il en sera fait une à titre d'essai quand le jour de la séance coïncidera avec la date d'un concert.

M. DU PASQUIER fait remarquer que cet essai a été demandé par des membres habitant hors de la ville.

M. le professeur BILLETER présente *quelques observations sur des vins malades*. Cette communication paraîtra dans le Bulletin de la Société. La composition anormale

de ces vins, qui se rapproche plus de celle des vins d'Espagne ou d'Italie que de celle de la généralité des vins rouges de Neuchâtel, a favorisé sans doute le développement des bactéries de l'amertume et de la tourne. (Voir p. 190.)

Dans la discussion qui suit, M. Eug. BOUVIER annonce avoir remarqué dans du vin rouge 1893 des bâtonnets courts, qui, d'après Bordas, sont spéciaux aux vins d'Algérie. La maladie qu'ils produisent n'est ni l'amertume, ni la tourne, mais provoque l'acescence.

M. BILLETER mentionne l'existence de bâtonnets analogues dans des vins d'Espagne et d'Italie. Les vins malades de Neuchâtel présentent par contre le microbe de l'amertume ou celui de la tourne.

M. le D^r L. ARNDT, aide-astronome à l'Observatoire, présente un travail intitulé: *Recherches sur le calcul des forces perturbatrices dans la théorie des perturbations séculaires*. Cette communication sera publiée dans le Bulletin. (Voir p. 3.)

SÉANCE DU 5 DÉCEMBRE 1895

Présidence de M. L. FAVRE.

MM. Alfred BERTHOUD et Eugène BOUVIER sont reçus à l'unanimité membres de la Société. MM. M. MOREILLON et H. RIVIER présentent comme candidat M. *Auguste Barbey*, forestier.

M. le PRÉSIDENT communique à la Société une invitation de la Société d'Emulation du Doubs, à se faire représenter à sa réunion annuelle qui aura lieu le 12 décembre à Besançon.

M. BILLETER voudrait que la Société votât un subside dans ce but, ce que, d'après M. Du Pasquier, l'état de nos

finances ne permettrait pas. Malheureusement, personne ne se présente pour se rendre à cette invitation.

M. le PRÉSIDENT annonce à l'assemblée que le Comité local du Locle pour le monument Jaccard a recueilli une somme de 569 fr.

La Société est ensuite informée que, sur les sollicitations de notre président, M. le Dr Albrecht a retiré sa démission.

M. ELSKES, ingénieur, expose dans un travail très intéressant et très complet, les résultats de ses études sur les *Ruptures de ponts métalliques*. L'auteur a fait de ces accidents une statistique aussi complète que possible, portant sur 42 cas de rupture, divisés en 5 groupes.

Dans 8 cas, soit le 20 % environ, la rupture a été causée par l'écroulement des fondations ou maçonneries; le fer n'en était donc pas la cause déterminante. D'après les recherches du conférencier, la rupture du pont de Moenchenstein rentre dans cette catégorie: une crue antérieure à la catastrophe avait déconsolidé le pont en emportant une culée.

Un second groupe comprend 4 cas de rupture produits par le choc extraordinaire d'un corps étranger; tel le pont de Lungern, sur le Steinlaubach, qui fut emporté par une avalanche de pierres.

10 ponts métalliques se sont rompus pendant les travaux de montage ou de reconstruction, le plus souvent par suite d'un lancement imprudent, qui amena le flambage des membrures supérieures des poutres.

Les deux autres groupes comprennent les ponts tombés par rupture proprement dite de l'ossature métallique. Une dizaine tombèrent pendant les essais, tel le pont suspendu de Peney sur le Rhône. Dans ce groupe rentrent les cas de rupture artificielle des ponts de Wohlhusen en Suisse et de Forst en Allemagne, qui présentent un haut intérêt.

Les autres cas de rupture de ponts métalliques n'ont pas d'autre cause apparente qu'un défaut de résistance. Tels le pont suspendu d'Angers, dont un câble se brisa pendant le passage d'un régiment et celui de la Tay, dont les piles furent renversées par un ouragan. La chute d'autres ponts fut causée par de graves négligences dans la construction ou la réparation, par exemple la catastrophe d'Ashtapula en Amérique, en 1876, qui coûta la vie à près de cent personnes.

En résumé, il a fallu presque toujours un concours extraordinaire de circonstances malheureuses pour amener la chute d'un pont métallique, même médiocre. L'ennemi le plus sérieux est le flambage des pièces trop peu rigides en proportion de leur longueur, et en particulier celui des membrures supérieures des ponts ouverts. La plupart des ponts effondrés étaient des ponts trop faibles; il est probable cependant qu'aucun n'est tombé sans une autre cause spéciale et déterminante, telle qu'un défaut de fabrication ou de montage, un choc ou une avarie antérieure.

M. Elskes fait hommage à la Société de la brochure qu'il a écrite sur ce sujet, extraite du « Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et architectes ». Ce travail, qui contient les reproductions des belles photographies que l'auteur a fait circuler pendant sa conférence, est déposé aux archives et est ainsi à la disposition des membres qui désireraient avoir de plus amples renseignements sur ce sujet intéressant.

M. Maurice MOREILLON, forestier, lit une note sur *les sapins sans branches de Chaumont*. Cette communication paraîtra dans le Bulletin de la Société. (Voir p. 49.) Contentons-nous de dire ici que l'auteur explique ce cas intéressant par une dégénérescence de la variété *virgata*.

M. le professeur TRIPET appuie cette manière de voir, tandis que M. le D^r CORNAZ est disposé à y voir plutôt un simple fait tératologique.

M. ROLLIER se demande si ce développement anormal ne proviendrait pas de champignons parasites; on remarque en effet sur la tige des exemplaires mis en circulation des taches qui font naître cette supposition.

SÉANCE DU 19 DÉCEMBRE 1895

Présidence de M. L. FAVRE.

M. Aug. BARBEY, forestier, est reçu à l'unanimité membre de la Société.

M. Sam. DE PERROT, ingénieur, présente un graphique résumant la production de certaines vignes de notre vignoble et divers phénomènes météorologiques. Il ressort de ce travail un remarquable parallélisme entre le rendement des vignes et les oscillations périodiques des glaciers.

Avant de publier son travail sous une forme définitive, M. S. de Perrot désirerait avoir plus de données à sa disposition; il s'adresse dans ce but à tous ceux qui pourraient lui fournir des renseignements sur la production de notre vignoble. (Voir p. 193.)

Une discussion s'engage ensuite sur les variations observées et sur les transformations lentes du climat. Il fut un temps où il y avait des vignes à Lignières et aux côtes de l'Ermitage, et où le vignoble français s'étendait jusqu'en Normandie; il y a eu des années où il valait la peine, chez nous, de faire une seconde récolte en novembre, avec le verjus. Cela ne prouve pas que la température moyenne d'alors fût supérieure à ce qu'elle est aujourd'hui; le défaut de moyens de transport suffit pour expliquer le premier fait, et le second ne s'est jamais produit que dans les années exceptionnelles.

M. G. DE COULON pense qu'il faudra, pour avoir une statistique complète de la production du vin, s'adresser à l'Etat, qui pourra fournir les renseignements tirés des registres des dîmes.

Après la discussion, à laquelle prennent part en outre MM. L. FAVRE, J. DE MONTMOLLIN, G. DE COULON, S. DE PERROT, D^r CORNAZ père, la Société nomme une commission chargée de réunir des données statistiques sur la production agricole du canton. Cette commission est composée du bureau, plus de MM. *J. de Montmollin, G. de Coulon, J. de Chambrier, Lederrey* et *S. de Perrot*.

SÉANCE DU 9 JANVIER 1896

Présidence de M. L. FAVRE.

Deux candidats, M. le D^r *Fritz de Quervain*, à La Chaux-de-Fonds, et M. *Hermann de Pury*, chimiste, sont présentés à la Société. Par contre, M. le PRÉSIDENT lui communique la démission de M. le D^r BÉGUIN, à Corcelles.

M. L. ISELY, professeur, expose à la Société une étude sur la *Géométrie non-euclidienne*. Ce travail sera inséré au Bulletin (voir page 137). Il donne lieu à un échange de vues entre quelques membres au sujet du rôle de l'expérience en mathématiques.

Sur la demande de M. R. WEBER, professeur, la Société charge son Président de faire le nécessaire pour qu'une notice nécrologique sur la vie et les travaux de notre ancien collègue, M. le D^r Hipp, paraisse dans le Bulletin de 1895.

SÉANCE DU 23 JANVIER 1896

Présidence de M. L. FAVRE.

MM. F. DE QUERVAIN et H. DE PURY sont reçus à l'unanimité membres de la Société. Un candidat, M. *Philippe de Pury*, est présenté à la Société. M. le PRÉSIDENT annonce les démissions de M. *M. Moreillon*, forestier, et de M. *Fritz Leuba*, pharmacien, à Corcelles.

M. le professeur R. WEBER communique à la Société une notice biographique sur notre ancien collègue, M. le Dr Matthäus Hipp. Ce travail paraîtra dans le Bulletin. (Voir p. 212.)

Les membres de la Société et un nombreux public se transportent ensuite dans la salle des cours de physique, où M. le professeur WEBER parle des fameuses expériences du professeur Röntgen, de Wurzburg. Il nous montre la fluorescence des tubes de Geissler, illuminés par les étincelles d'une bobine d'induction, puis celle qui se produit dans les tubes de Crookes, où le vide est poussé aussi loin que possible. Ce sont des tubes qui, allumés par l'étincelle électrique, émettent des rayons invisibles pour nous, mais qui traversent certains corps opaques pour la lumière ordinaire, tels que le bois, le carton, les étoffes, les chairs, même l'aluminium en plaques minces, mais qui sont arrêtés par les autres métaux et, chose curieuse, par le verre. Ces rayons impressionnent facilement une plaque photographique, à travers les corps qui les laissent passer, tandis que les corps opaques pour eux se dessinent nettement sur la plaque. M. Weber montre à l'assemblée plusieurs plaques ainsi obtenues.

SÉANCE DU 13 FÉVRIER 1896

Présidence de M. Léon DU PASQUIER, vice-président.

Le procès-verbal est adopté avec une légère rectification.

M. Philippe DE PURY est reçu à l'unanimité membre de la Société.

M. L. DU PASQUIER annonce qu'il ne peut encore être pris de décision concernant la publication du rapport en français sur l'éboulement de l'Altels.

Il soumet ensuite à la Société les pièces concernant l'historique de la question de la propriété des livres déposés par la Société à la Bibliothèque communale, livres pour lesquels cette Bibliothèque rembourse les ports d'arrivée. (Voir les procès-verbaux du 4 février 1868 de la Commission de la Bibliothèque; ceux de la Société de 1867 et 1868. Lettre au Conseil administratif de la ville de Neuchâtel, du 28 janvier 1868; réponse de ce Conseil à la Bibliothèque, du 24 février 1868, annonçant une subvention de 250 francs à la Société des sciences naturelles pour « faciliter la publication du *Bulletin de la Société des sciences naturelles* et assurer à la Bibliothèque les livres que cette Société reçoit en échange ».)

Cette question est née de la manière suivante: notre Société avait demandé que la Bibliothèque communale consacrat à nos livres une salle spéciale et en dressât un catalogue.

Après un refus et de nouvelles démarches, la Commission de la Bibliothèque communale nous a écrit, en date du 15 janvier, qu'elle avait décidé de consacrer à ces livres la façade nord de la salle nord-est, et de faire un catalogue provisoire. Elle émet en même temps l'avis que ces livres sont la propriété de la Bibliothèque et propose que pour résoudre cette question elle soit soumise à l'arbitrage de M. Jeanhenry, président du Conseil communal.

M. L. DU PASQUIER donne lecture des lettres échangées, en 1868, concernant la subvention communale. Il en ressort que la Société n'a voulu que déposer ses livres, et a demandé un subside pour la publication de son Bulletin.

M. BILLETER appuie cet avis, et dit qu'il a toujours été admis que si nous reprenions nos livres nous aurions à rembourser à la Bibliothèque les frais de port, mais non pas la subvention communale. Il propose qu'en cas d'arbitrage, s'il faut s'y résoudre, on prenne comme arbitre non pas le président de la Commune, mais un membre du Conseil d'Etat.

M. HIRSCH est d'accord avec les vues du bureau concernant la propriété de nos livres. Il croit être certain que M. Jeanhenry nous donnerait raison. Il propose de poser à la Bibliothèque comme condition : des engagements concernant les locaux, les reliures et le catalogue de nos livres, en retour desquels nous abandonnerions notre droit de propriété pour le passé et pour l'avenir ; à ces conditions s'ajouterait l'obtention d'une plus forte subvention de la Commune.

M. BILLETER croit la solution heureuse, mais difficile à obtenir.

M. TRIPET répond à une question posée au cours de la discussion, que la valeur des livres déposés chaque année à la Bibliothèque peut être estimée à environ 1000 francs. Il n'aurait aucune crainte de s'en remettre à l'arbitrage de M. le président du Conseil communal.

La Société décide à l'unanimité qu'elle maintient son droit de propriété, et, par une seconde votation à l'unanimité, engage le bureau à se mettre en rapport avec la Bibliothèque pour obtenir une solution amiable dans le sens de la proposition de M. Hirsch, soit pour le passé, soit pour l'avenir.

. . .

L'assemblée passe ensuite dans l'auditoire de physique pour entendre une seconde communication de M. R. WEBER sur les rayons Röntgen.

Le conférencier montre en projection les résultats obtenus par lui, et qui prouvent que pour ces rayons les substances suivantes sont *opaques* : le soufre, le plomb, le verre, le cristal de roche, le mercure, l'or, l'argent, etc.; sont *translucides* : le benzol, l'éther sulfurique, l'ébonite en couches minces, la térébenthine, les hydrocarbures en général, la houille; sont *transparents* : le graphite, le diamant.

Ces résultats sont une confirmation de ceux qu'ont obtenus d'autres expérimentateurs et mettent surtout en relief la différence entre le diamant et le cristal de roche ou le verre.

Une photographie nous permet de voir le squelette osseux de la main gauche d'un de nos collègues; cet essai est fort admiré comme réussite parfaite.

SÉANCE DU 27 FÉVRIER 1896

Présidence de M. L. FAVRE.

M. le D^r Jacques de Montmollin est présenté comme candidat par MM. J. de Perregaux et F. Tripet.

Comme il n'y a pas de communications annoncées, une conversation générale s'engage entre les membres présents au sujet d'enfants qui dessinent habituellement les objets à l'envers. L'opinion a été émise que cette aberration curieuse et assez fréquente constitue un argument en faveur de *l'inversion des images rétiniennes*. Mais évidemment cela ne prouve rien. M. le D^r G. BOREL serait plutôt disposé à y voir un phénomène se rapprochant de certains états pathologiques qui se manifestent notam-

ment chez les hystériques. M. Borel en prend occasion pour revenir sur un cas de cécité visuelle déjà décrit par lui précédemment et qui consiste dans la perte totale de la mémoire des sensations visuelles.

M. le professeur TRIPET démontre une section de tronc de glycine (*Wistaria sinensis* DC.), provenant de l'établissement horticole de M. Borel, et qui lui a été remis par M. Eug. Sire. Au dessus d'une couche d'écorce, il s'est reformé du bois pendant une série de 25 ans environ, la nouvelle écorce qui entoure ce bois n'est pas tout à fait concentrique à la première. Ensuite nouvelle formation de bois par dessus l'écorce en question et nouvelle écorce. On a ainsi trois couches d'écorce concentriques.

M. le professeur LÉON DU PASQUIER présente quelques grandes photographies de *l'avalanche de l'Altels*, prises par M. Coaz, inspecteur fédéral en chef des forêts. A cette occasion, il donne quelques renseignements sur l'histoire des variations du glacier, qui paraît avoir été en crue de 1881 à 1893, sans que cette crue correspondit à une augmentation de l'enneigement. Il s'agirait plutôt d'un phénomène de plasticité peut-être lié à l'avalanche du 11 septembre,

M. A. RYCHNER, délégué au Locle par le bureau, à propos du monument Jaccard, envoie ses propositions dont la Société prend acte.

SÉANCE DU 19 MARS 1896

Présidence de M. L. FAVRE.

M. le PRÉSIDENT communique à la Société la lettre de démission de M. le D^r *Burckhardt*, de Préfargier.

M. le D^r Jacques de MONTMOLLIN est reçu membre de la Société à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT annonce que le nécessaire a été fait pour faire relier la collection des Bulletins et Mémoires de la Société qui figureront à l'Exposition nationale de Genève.

M. Hermann DE PURY, chimiste, entretient la Société de la *stérilisation du lait*. Il décrit la fermeture qu'il a inventée pour l'application du procédé Cazeneuve et nous présente des échantillons prouvant la bonne qualité des produits traités d'après sa méthode. (Voir p. 177.)

M. BILLETER, au nom de M. Weber, absent, rapporte sur un *sphéromètre à contact de grande précision*, dans lequel l'instant du contact de la vis micrométrique avec l'objet à mesurer est indiqué exactement par une sonnerie électrique. Cet instrument sera décrit par son inventeur, dans le Bulletin. (Voir p. 54.)

La Société fixe la date de sa prochaine séance au jeudi 26 mars.

SÉANCE DU 26 MARS 1896

Présidence de M. L. FAVRE.

Sur la proposition de MM. FAVRE et BILLETER, la Société décide de mettre à l'ordre du jour de la prochaine séance la fixation de la cotisation des membres externes, pour discuter s'il n'y a pas lieu d'en abaisser le montant.

M. le PRÉSIDENT ouvre la discussion sur la séance publique annuelle de 1896.

M. BILLETER propose que cette séance ait lieu à Colombier ou Boudry, avec visite aux installations électriques du Pré-aux-Clées, et que l'époque en soit fixée à la fin de mai ou en juin. Cette proposition est adoptée, et les détails de l'organisation sont renvoyés au bureau.

M. le Dr Ed. CORNAZ lit une note sur les *Anthères des Gentianes*. Ce travail devant être publié dans le Bulletin, nous nous bornerons à dire qu'à propos d'une curieuse sous-espèce du *Gentiana lutea* (L.), de Bosnie, nommée *G. symphyandra* parce que ses anthères sont soudées, M. Cornaz a examiné sur soixante gentianes européennes le fait d'anthères soudées ou libres, qui paraît pouvoir contribuer à caractériser les divers groupes admis dans ce genre. Il montre, à l'appui de son travail, quelques corolles ouvertes pour y voir la disposition des anthères, entre autres dans la sous-espèce de Bosnie. (Voir p. 57.)

M. CORNAZ met ensuite sous les yeux de la Société un fait tératologique concernant le *Platanthera bifolia* (Rich.), à savoir des fleurs sans éperon. Les monstruosité étant fort rares chez les Orchidées, il est intéressant de rapprocher ce fait d'une autre anomalie observée par lui chez la même espèce et présentée précédemment à la Société. (Voir Bulletin, T. XXIII, p. 273.)

M. L. ROLLIER étant empêché de présenter à la Société son travail sur *les formes et les relations orographiques que déterminent les faciès du Malm dans le Jura*. M. le professeur L. DU PASQUIER le communique à sa place. Ce travail sera inséré dans le Bulletin. Contentons-nous de dire ici que M. Rollier expose les faits qui lui font penser que le Rauracien n'est qu'un faciès coralligène de l'Argovien. Il présente à la Société des coupes du terrain jurassique du Jura-Bernois. (Voir p. 67.)

Dans la discussion qui s'engage à ce sujet, M. MOULIN annonce qu'il a observé près de Savagnier un renversement des couches crétaciques sur le flanc sud du Val-de-Ruz. M. L. DU PASQUIER a remarqué un renversement pareil de ces couches sur le flanc nord. Les couches crétaciques ont donc subi là des dislocations considérables. M. S. DE PERROT pense que ces dislocations ne se seront pas produites sans des ruptures, et que c'est par elles que se fait la communication entre les eaux du Seyon et celles

de la Serrière. Cette communication est rendue probable par le fait que le débit de la Serrière ne dépasse jamais un maximum constant; tout le surplus de l'eau s'écoule par le Seyon. M. L. DU PASQUIER lui répond que la plasticité des roches permet des plissements encore plus considérables sans qu'il se produise de rupture, et que la fissuration naturelle du jurassique supérieur explique suffisamment le déversement de la Serrière pendant les hautes eaux et l'inverse pendant les basses eaux.

M. L. DU PASQUIER, professeur, annonce à la Société qu'il a terminé la rédaction de la notice sur *l'avalanche de l'Altels*, dont il l'a entretenue à plusieurs reprises, de sorte que ce travail pourra paraître dans le Bulletin de cette année. (Voir p. 149.)

SÉANCE DU 16 AVRIL 1896

Présidence de M. L. DU PASQUIER, vice-président.

M. le PRÉSIDENT annonce le décès de notre collègue, M. *Munsch-Perret*, et associe la Société aux regrets de sa famille.

Le comité, chargé d'organiser la séance publique, propose qu'elle ait lieu à Colombier, le 4 juin, à 2 heures, avec banquet au buffet de la gare et visite aux fabriques de câbles de Cortaillod et à l'usine des Clées. Ces diverses propositions sont adoptées.

Relativement à la cotisation des membres externes, le bureau propose de la fixer à 5 fr. au lieu de 8 fr.

Une discussion assez longue s'engage sur la définition de membre externe. Le bureau considère comme membres externes ceux qui ne disposent pas de moyens de transport (chemin de fer, régional, tramway) leur permettant

de rentrer à leur domicile après les séances qui ont lieu généralement dans la soirée.

La cotisation de 5 fr. et la définition ci-dessus finissent par être admises.

M. Paul GODET présente une communication de la part de M. le Dr Ed. PIAGET, des Bayards. Ce travail étudie d'une manière remarquable, avec nombreux exemples à l'appui, l'*Epiderme des plantes et ses appendices*.

Le bureau examinera la possibilité de faire insérer ce travail au Bulletin. (Voir p. 126.)

M. L. DU PASQUIER présente les *observations pluviométriques faites à la Brévine*, et rapporte sur la demande de subvention de la station météorologique de cette localité. Il propose de chercher à mettre la station de Chaumont à la charge de l'Etat, ce qui permettrait d'allouer à celle de la Brévine la somme que nous avons payée jusqu'ici pour assurer les observations à Chaumont. Cette proposition est adoptée.

SÉANCE DU 30 AVRIL 1896

Présidence de M. L. FAVRE.

La séance est remplie par deux communications de M. le professeur L. ISELY, la première sur des lettres inédites d'Agassiz, écrites pendant son voyage sur l'Amazone; la seconde sur le célèbre mathématicien Jacob Steiner, Bernois d'origine, qui fut élève de Pestalozzi, à Yverdon. Sur la proposition de M. le PRÉSIDENT, la Société décide que le travail de M. Isely, sur les lettres inédites d'Agassiz, formera la base d'une communication plus développée, qu'elle le prie de bien vouloir réserver pour la séance publique annuelle. (Voir p. 111.)

SÉANCE DU 21 MAI 1896

Présidence de M. L. DU PASQUIER, vice-président.

M. le VICE-PRÉSIDENT communique à la Société le programme élaboré par le bureau pour la séance publique de 1896, qui aura lieu le 4 juin à Colombier. Ce programme est adopté.

M. G. RITTER, ingénieur, lit une notice sur les *Eaux de la Raisse*, leur origine, leurs propriétés et l'utilisation qu'il projette d'en faire pour l'alimentation de Neuchâtel, de La Chaux-de-Fonds et des communes vaudoises et neuchâteloises voisines des sources. Cette communication paraîtra dans le Bulletin. (Voir p. 88.)

M. L. DU PASQUIER fait remarquer la forte proportion, calculée par M. Ritter à 44 %, des eaux météoriques absorbées dans le bassin d'alimentation de la Raisse. La fissuration du calcaire est sans doute la cause de cette forte absorption.

A propos du calcaire dissous dans l'eau et de l'incrustation que produisent certaines eaux, MM. DU PASQUIER et BILLETER rappellent l'opinion émise par M. Rollier dans une séance précédente, à savoir que l'absorption de l'acide carbonique qui maintient en dissolution le calcaire et par conséquent la précipitation de celui-ci, est due à des micro-organismes. Quant à l'origine de l'acide carbonique dissous dans l'eau, il faut la chercher dans l'humus.

M. Maurice DE POURTALES annonce n'avoir jamais vu de dépôt calcaire dans le lit de la Raisse; il se trouve par contre un récif de tuf dans le lac, devant l'embouchure de celle-ci. Ce fait, en appuyant la manière de voir exprimée précédemment, est d'autant plus naturel que l'eau du lac est bien moins riche en calcaire que l'eau de la Raisse.

M. G. RITTER fait remarquer que l'eau profonde du lac contient plus de gaz dissous que l'eau de surface.

M. DU PASQUIER rappelle à ce propos que l'eau des grandes profondeurs de l'océan est suffisamment chargée d'acide carbonique sous pression, pour qu'il ne puisse déposer de calcaire, mais seulement des boues siliceuses. On n'y trouve de même pas de coquilles calcaires.

Répondant à une question de M. Ritter relativement à la richesse d'une eau potable en matières organiques, M. BILLETTER dit que l'on considère comme relativement inoffensives les matières organiques qui ne contiennent pas d'azote, car ce ne sont pas des matières organiques animales. L'ammoniaque n'est recherchée dans la nature que qualitativement. Si on en fait l'évaluation quantitative, les procédés d'analyse employés sont si sensibles qu'on trouve presque toujours de petites quantités. L'élément le plus suspect est la présence d'acide azoteux. Toutefois, il faut se rappeler que ce ne sont que des indices, et que la seule chose nuisible dans une eau, c'est la présence de microbes pathogènes.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE A COLOMBIER

le 4 juin 1896.

Présidence de M. L. FAVRE.

Le programme de cette troisième réunion était le suivant : départ de Neuchâtel à midi ; séance administrative à Colombier à 12 h. 45 ; puis visite à l'usine électrique des Clées ou à la Fabrique de câbles électriques de Colombier. A 5 heures, séance publique au Collège de Colombier. A 6 h. 40, souper en commun au Buffet de la Gare du Régional. Le temps, si mauvais aux deux dernières séances de 1894 et 1895, était beau cette année, ce qui a peu contribué au succès de la journée.

20 membres environ assistent à la première séance administrative, où les candidats suivants sont présentés à la Société :

MM. le Dr *Morin*, à Colombier; le Dr *Aug. Bovel*, à Areuse; le Dr *Clément Gicot*, à Boudry; *Louis Bovel-DuPasquier*, à Areuse; *Paul de Coulon*, pasteur à Corcelles *Eugène Berthoud*, à Colombier; Dr *Edouard Piaget*, aux Bayards; *Ch. Borel*, ingénieur communal à Neuchâtel; *Jélénor Pethoud*, instituteur à Hauterive.

Le régional de 2 h. 15 amène encore un certain nombre de membres de Neuchâtel, qui se joignent aux premiers arrivés pour visiter, les uns les belles installations électriques de l'usine des Clées, qui font l'admiration générale, les autres la Fabrique de câbles de Cortaillod, dont nos collègues, MM. Berthoud et Borel, leur font les honneurs avec leur amabilité bien connue. Au retour, nous attend une collation offerte par la Commune de Colombier, et durant laquelle on procède à la réception des candidats.

A 5 heures, les membres présents, auxquels s'est joint un nombreux public de Colombier, se rendent dans la grande salle du Collège pour la séance publique.

M. le PRÉSIDENT souhaite la bienvenue aux assistants et rappelle en quelques mots le souvenir de tous ceux qui ont illustré notre Société par leurs travaux. Ce discours d'ouverture sera inséré au Bulletin. (Voir p. 203.)

M. R. CHAVANNES, ingénieur, présente une attrayante causerie sur les nouvelles installations électriques de la ville de Neuchâtel.

M. L. ISELY, professeur, fait ensuite à l'assemblée une intéressante conférence sur des lettres inédites d'Agassiz, écrites pendant son voyage sur l'Amazone. Ce travail paraîtra au Bulletin. (Voir p. 111.)

Une cinquantaine de membres et d'amis de la Société ont assisté au souper au Buffet de la gare de Colombier. La gaité et l'entrain n'ont cessé d'y régner. Citons en particulier les toasts de MM. Paul GODET, L. FAVRE, président, George BERTHOUD, Guillaume RITTER et Eug. BERTHOUD. L'excellente musique de Colombier, installée dans le jardin, égayait en outre le repas, qui s'est prolongé jusqu'au départ du dernier train à 9 h. 45, et laissera les meilleurs souvenirs à tous ceux qui y ont assisté.

SÉANCE DU 2 JUILLET 1896

Présidence de M. L. FAVRE.

MM. L. FAVRE et R. CHAVANNES présentent comme candidat M. *Ch. Nicati*, chirurgien-dentiste à Neuchâtel, Cette séance étant probablement la dernière de l'exercice 1895-96, M. Ch. NICATI est nommé à l'unanimité membre de la Société.

Sur la demande de M. Billeter, le bureau est chargé de s'occuper dorénavant de l'insertion dans les journaux des comptes-rendus des séances publiques annuelles.

MM. Léon DUPASQUIER et BILLETER sont nommés délégués à la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles, qui aura lieu au mois d'août à Zurich.

M. DE TRIBOLET annonce avoir découvert un bloc erratique, de protogine du Mont-Blanc, qui conviendrait pour le monument d'Aug. Jaccard. Ce bloc se trouve sur la grève de Sommerhouse, près Marin, dans la propriété de M. Maurice de Pourtalès. Pleins pouvoirs sont donnés au bureau pour s'occuper de cet objet.

M. DE POURTALÈS donne quelques détails sur ce bloc, qu'il est disposé à céder gratuitement à la Société.

M. le PRÉSIDENT lui témoigne sa reconnaissance au nom de la Société.

M. H. LADAME, ingénieur, communique à la Société un projet de *chemin de fer à crémaillère, entre Neuchâtel et Chaumont*. (Voir p. 77.)

M. CHAVANNES discute le projet de M. Ladame au point de vue économique. Il trouve trop élevé le prix d'exploitation, calculé par M. Ladame à 1^{fr.}, 06 le train-kilomètre.

M. LADAME répond que ce prix n'est pas excessif pour un chemin de fer de montagne, et que la longueur de la voie (2500 mètres environ) rend trop coûteuse la traction funiculaire.

M. le prof. HIRSCH fait remarquer que la Société des sciences naturelles n'est pas à même de discuter des questions purement techniques et n'a pas à prendre un projet de ce genre sous son patronage.

SEANCE DU 9 JUILLET 1896

Présidence de M. L. FAVRE.

Après la lecture du procès-verbal, l'ordre du jour appelle la question de la réception de la Société helvétique des sciences naturelles à Neuchâtel en 1897. M. le prof. Billeter communique une lettre de M. Forel, président central de la Société helvétique, demandant à la Société neuchâteloise d'organiser l'assemblée générale annuelle de 1897.

M. BILLETER avait exprimé à l'assemblée générale de 1895, à Schaffhouse, le désir que Neuchâtel reçût la Société prochainement. La Société des sciences naturelles de Berne s'étant réservé l'assemblée de 1897, il semblait que notre ville pouvait s'inscrire pour 1898. Or, en 1898,

auront lieu à Neuchâtel le tir fédéral et la fête du cinquantième de la République, ce qui rendrait difficile l'organisation, cette année-là, de l'assemblée de la Société helvétique. La Société de Berne se trouvant tout à coup empêchée, pour 1897, M. Billeter pense que nous devons répondre affirmativement et inviter la Société helvétique pour l'année prochaine.

M. le PRÉSIDENT annonce avoir reçu de M. Forel un télégramme insistant pour que nous acceptions sa demande, attendu qu'aucune autre ville ne s'est annoncée pour l'année prochaine. Il rappelle que la Société helvétique ne s'est pas réunie à Neuchâtel depuis 1866.

M. le professeur HIRSCH craint que le public, tout occupé des préparatifs des grandes fêtes de 1898, soit moins accueillant en 1897 qu'il ne le serait une autre année. En outre, les autorités cantonales et communales seront, pour la même raison, peu disposées à nous prêter leur appui en 1897. Enfin, les transformations que subit en ce moment notre Musée d'histoire naturelle ne seront pas terminées l'année prochaine. Il propose en conséquence de décliner la demande du Comité central de la Société helvétique et de renvoyer cette assemblée à l'année 1899.

La proposition de M. Hirsch est appuyée par MM. Paul GODET, D^r Ed. CORNAZ et Léon DU PASQUIER. Ce dernier fait remarquer que la session de 1885 a été tenue au Locle, et qu'il n'y a donc que douze ans que notre canton a reçu la Société helvétique.

M. BILLETER répond que la session du Locle n'ayant pas été organisée par notre Société, n'entre pas en ligne de compte. Le tir fédéral de 1898 n'est pas un empêchement sérieux, et notre Musée peut être montré dès aujourd'hui, ainsi que nos collections académiques. Il pense que les autorités et le public seront plus portés à s'intéresser à cette fête avant le tir fédéral qu'après. Il propose qu'on

ne prenne pas aujourd'hui de décision définitive, et que, si le Comité central insiste particulièrement, nous acceptions.

Prennent encore la parole : MM. Pierre DE MEURON, qui appuie la proposition de M. Hirsch, et G. DE COULON, qui demande que la question soit tranchée définitivement dès aujourd'hui.

Au vote, la proposition de recevoir la Société helvétique en 1899 est adoptée par 11 voix contre 5 qui se prononcent pour 1897.



LISTE

DES

OUVRAGES REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ

du 1^{er} janvier au 31 décembre 1896

- Aarau.* Aargauische Naturf. Gesellsch. — Mittheil., VII Heft.
- Adélaïde* (Sud-Australie). Royal Soc. of S.-A. — Transact., vol. XVI, 3; XIX, 2; XX, 1.
- Amiens.* Soc. Linnéenne du Nord de la France. — Bull. mensuel, T. XII, 271-282.
- Annecy.* Soc. florimontane. — Revue Savoisienne, 36^{me} ann., 4-12.
- Arcachon.* Soc. scientif. et Station zoolog. — Travaux des laboratoires, ann. 1895.
- Auxerre.* Soc. des sc. histor. et natur. de l'Yonne. — Bull., vol. 49.
- Bâle.* Naturforsch. Gesellsch. — Verhandl., B. XI, 2.
- Baltimore.* John Hopkins University. — Circulars, vol. XV, nos 124-125.
- Bar-sur-Seine.* Soc. d'apicult. de l'Aube. Bull., nos 148-153.
- Beaune.* Soc. d'hist., d'archéol. et de litt. — Mém., 1894.
- Bergen.* Bergens Museum. — Aarbog for 1894-95.
- Berlin.* 1. K. Pr. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber., 1895, 39-53; 1896, 1-39.
2. Deutsche geolog. Gesellsch. — Zeitschrift, B. XLVII, 3 u. 4; XLVIII, 1 u. 2.
3. Botan. Verein der Prov. Brandenburg. — Verhandl., 37. Jahrg.
- Berne.* Soc. helvét. des sc. natur. — Actes de la 78^{me} session tenue à Zermatt.

- Besançon.* 1. Soc. d'Emulation du Doubs. — Mém., 6^{me} s. vol. 9.
2. Soc. d'horticult. du Doubs. — Bull., 1896, 1-12.
- Béziers.* Soc. d'étude des sc. natur. — Bull., vol. XXVIII, XVIII.
- Bordeaux.* 1. Soc. Linnéenne. — Actes, sér. 5, T. VII, et IX.
2. Soc. des sc. phys. et natur. — Mém., sér. 4, T. V appendice.
- Boston.* Soc. of natur. history. — 1. Mem., vol. V, 1 a. 2.
2. Proceed., vol. XXVI, 4; XXVII, p. 1-74.
- Bremen.* Naturwissenschaftl. Verein. — 1. Abhandl., B. XIII, XIV, 1; — 2. Deutsches Meteorolog. Jahrb. für 1896, VI. Jahrgang.
- Brest.* Soc. académique. — Bull., 2^{me} sér., T. XX.
- Brünn.* Naturforsch. Verein. — 1. Verhandl., B. XXXIII, 2. Meteorolog. Comm., XIV. Ber.
- Bruzelles.* 1. Soc. royale de botan. de Belgique. — Bull. T. 34.
2. Soc. entomolog. de Belgique. — 1. Annales, T. XXX, — 2. Mém., T. III-V.
3. Soc. belge de microscopie. — 1. Annales, T. XIX, XX; — 2. Bull., 21^{me} ann., fasc. 10; 22^{me} ann., 1.
- Budapest.* 1. K. Ungar. geolog. Anstalt. — Jahresber. 1893..
2. Földtani Közlöny, T. XXV, 6-12.
- Buenos-Aires.* Museo nacional. — Anales, T. IV (ser. 2^a, T. IV).
- Caen.* Soc. Linnéenne de Normandie. — Bull., 4^{me} sér., vol. 1.
- Calcutta.* Geolog. Survey of India. — Records, vol. XXIX, 1.
- Cambridge (U. S.).* Museum of comparat. Zoölogy. — 1. Bull. XXVII, 7; XXIX, 1-6; XXX, 1; — 2. Ann. reports of the curator for 1894-95.
- Cassel.* Verein für Naturkunde. — Abhandl. u. Ber. B. XLI.
- Catania.* Accad. gioenia di sc. natur. — 1. Atti, ser. 4, vol. VIII; — 2. Bull. delle sedute, fasc. XXXIX-XLIII.
- Charleroy.* Soc. paléontolog. et archéolog. — Documents et rapports, T. XX, 2.

- Cherbourg*. Soc. nation. des sc. natur. et mathém. — Mém., T. XXIX.
- Chicago*. Acad. of sciences. — 1. Bull., vol. II, n° II; — 2. 38th ann. report for the year 1895.
- Christiania*. Soc. des sciences. — 1. Forhandlinger, 1894; — 2. Skrifter. I. Mathem.-naturvid. Klasse, 1894, 1-6; II. Hist.-filosofisk. Klasse, 1894, 1-4; — 3. Oversigt, 1894.
- Cincinnati* (Ohio). Soc. of. natur. history. — Journal, vol. XVIII, 1-4.
- Coimbra*. Soc. Broteriana. — Boll. XII, 2, 3; XIII, 1.
- Coire*. Naturforsch. Gesellsch. Graubünden's. — Jahresber., B. XXXIX, mit Anhang.
- Cordoba* (Rép. Argent.). Acad. nacional de ciencias. — Bol., T. XIV, 3 y 4.
- Dax*. Soc. de Borda. — Bull., 1895, 2-4; 1896, 1 et 2.
- Des Moines* (U. S.). Iowa geolog. Survey. — Vol. IV, third ann. report, 1894.
- Donaueschingen*. Ver. für Geschichte u. Naturgeschichte der Baar u. der angrenz. Landestheile. — Schriften, IX. Heft.
- Dresden*. Naturw. Gesellschaft Isis. — Sitzungsber. u. Abhandl., 1895, 7-12; 1896, 1-6.
- Dublin*. 1. Royal Irish Academy. — Proceed., 3^d ser., vol. III, 4 a. 5; — 2. Transact., vol. XXX, part. 15-20; — 3. List of the members of the Acad., 1895 a. 1896.
2. Royal Dublin Soc. of sciences. — Scientif. Proceed., vol. V, 5-12; VI, 1; VII, 3 a. 4.
- Dürkheim*. Pollichia. — Mittheil., Jahrg. LII, 8 u. 9.
- Edimbourg*. Royal phys. Soc. — Proceed., session 1894-95.
2. Royal Soc. — 1. Transact., vol. XXXVII, 3 a. 4; XXXVIII, 1 a. 2; — 2. Proceed., vol. XX, 1893-95.
- Ekaterinbourg*. Soc. ouralienne. — Bull., T. XIV, 5; XV, 2.
- Elberfeld*. Naturwissenschaftl. Verein. — Jahres-Ber., 8. Heft.
- Erlangen*. Phys.-Medicin. Soc. — Sitzungsber., 27. Heft.
- Florence*. Soc. entomolog. italiana. — Bull., an. 27°, III e IV; 28°, I e II.
- Frankfurt a.-M.* Senckenberg. Naturf. Gesellschaft. — 1. Abhandl., B. XIX, 3 u. 4; XX. Anhang; XXII; — 2. Ber., 1896.

- Frauenfeld.* Thurgauische Naturf. Gesellschaft, — Mittheil. 12. Heft.
- Glasgow.* Natur. hist. Society. — Transact., vol. IV, part 1894-95.
- Görlitz.* Naturwissenschaftl. Gesellsch. — Abhandl., B. 21.
- Graz.* Naturwissenschaftl. Ver. für Steiermark. — Mittheil. 1895.
- Greifswald.* Naturwissenschaftl. Ver. für Neu-Vorpommern und Rügen. — Mittheil., 27. Jahrg.
- Grenoble.* Faculté des sc. — Travaux du laborat. de géologie, T. III, fasc. 1 et 2.
- Güstrow.* Ver. der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. — Archiv, 49. Jahrg., 1. Abtheil.
- Haarlem.* 1. Soc. holland. des sc. — Archives néerland. sc. exactes et natur., T. XXIX. 4 et 5; XXX, 1 et 2.
2. Musée Teyler. — Archives, sér. 2, vol. V, 1.
- Halifax.* Nova Scotian Institut of sc. — Proceed. a. Transact. 2^d ser., vol. 1, part 4; II, part 1.
- Halle a.-S.* 1. K. Leopold.-Carolinische deutsche Akad. Naturforscher. — Leopoldina, 30. u. 31. Heft. Botan. Beiblatt, 1895.
2. Verein für Erdkunde. — Mittheil., 1896.
- Hambourg.* Naturwissenschaftl. Verein. — 1. Abhandl. B. XIV; — 2. Verhandl., 1895, 3^{te} Folge, III.
- Harre.* Soc. géolog. de Normandie. — Bull., T. XVI.
- Helsingfors.* 1. Finlands geolog. undersökning. — Beskrifning till Kartblad, nos 27-31.
2. Commission géologique de la Finlande. — Bulletin, nos 1-5.
3. Soc. pro fauna et flora Fennica. — 1. Acta, V, 3; XII; — 2. Meddel, h. 19-21; — 3. Herbarium Musci fennici, II: Musci; — 4. Botanische Sitzungsber., Jahrg. I-IV.
- Innsbruck.* Ferdinandeum. — Zeitschrift, 3. Folge, Heft 1.
- Jefferson City* (U. S.). Missouri geolog. Survey. vol. IV, vol. V-VII.
- Königsberg.* Physik.-ökonom. Gesellschaft. — Schriften, Jahrg.
- Landshut.* Botanischer Verein. — 14. Bericht.

- Lausanne.* 1. Soc. vaudoise des sc. natur. — Bull., 4^{me} sér., vol. XXXI, 119; XXXII, 120.
 2. Université de Lausanne. — Index bibliogr. de la Faculté des sciences.
 3. Soc. géolog. suisse. — Recueil périod., vol. IV, 5.
- Lawrence* (U. S.). Kansas University. — Quarterly, vol. IV, 4.
- Leipzig.* 1. Naturforschende Gesellsch. — Sitzungsber., Jahrg. 19-21.
 2. Zoolog. Anzeiger, nos 491-518.
- Liège.* Soc. géolog. de Belgique. — 1. Annales, T. XX, 4; XXIII, 1 et 2; — 2. Tables génér. des T. XI-XX.
- Lille.* Soc. géolog. du Nord. — Annales, T. XIX-XXIII; T. XXV.
- Linz.* Verein für Naturkunde. — Bericht 25.
- Lisbonne.* Direction des travaux géolog. du Portugal. — Commun., T. III, 1.
- Londres.* 1. Royal Soc. — Proceed., vol. LIX. 353-358; LX, 359-362.
 2. Zoolog. Soc. — 1. Proceed. for the year 1895, part. III a. IV; 1896, I a. II; — 2. Transact., vol. XIII, 11; XIV, 1; — 3. List of the animals living in the gardens of the zoolog. Society.
- Lund.* University Lundensis. — Acta, T. XXXI.
- Luxembourg.* Institut grand-ducal. — Publicat., T. XXIV.
- Lyons.* 1. Acad. des sc., belles-lettres et arts. — Sciences et lettres, 3^{me} sér., T. 3.
 2. Soc. Linnéenne. — Annales, T. XLI et XLII.
 3. Soc. d'agricult., hist. natur. et arts utiles. — Mém., 7^{me} sér., T. 2 et 3.
- Madison* (U. S.). Wisconsin Acad. of sc., arts a. letters. — Transact., vol. X.
- Magdeburg.* Naturwissenschaftl. Verein. — Jahresber. u. Abhandl. 1894; II. 1895-1896.
- Manchester.* 1. Literary a. philosoph. Soc. — 1. Mem. a. Proceed., vol. XLI, 1; 4th ser., vol. X, 1-3; — 2. Complete List of the members a. officers.
 2. Museum Owens college. — Rep. of the Manchester Museum Owens college, for the year 1895-96.
- Marseille.* 1. Faculté des sc. — Annales, T. III, supplément; T. IV, 4; T. V; VI, 1-3; VII.

- Meriden* (Conn.). Scientif. Assoc. — Transact., vol. VII.
- Mexico*. Soc. cientif. « Antonio Alzate ». — Memorias y revista, T. VIII, 5-8; IX, 1-10.
- Milan*. Soc. italiana di sc. natur. e del Museo civico di storia natur. — Atti, vol. XXXV, 3 e 4; XXXVI, 1 e 2.
- Milwaukee* (Wisc.). Public Museum of the City. — 13th ann. rep. of the board of trustees.
- Minneapolis* (U. S.) Geolog. a. natur. hist. Survey of Minnesota. — 22th ann. Report.
- Montbéliard*. Soc. d'Emulation. — Mém., 3^{me} sér., vol. XXV, 1 et 2.
- Montevideo*. Musee nacional. — Anales, IV y V.
- Moscou*. Soc. impér. des naturalistes. — Bull., 1895, 3 et 4; 1896, 1 et 2.
- Mulhouse*. Soc. industrielle. — 1. Bull., 1895, 12; 1896, 1-10; — 2. Progr. des prix proposés pour 1897.
- Munich*. K. baeyr. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber. der Mathem.-physikal. Classe, 1895, III; 1896, I u. II.
- Münster*. Westfäl. Provinzial-Ver. für Wissenschaft u. Kunst. — 23^{ter} Jahresber.
- Nancy*. Soc. des sciences. — 1. Bull., sér. II, T. XIV; — 2. Bull. des séances, 7^{me} année, 1-5.
- Nantes*. Soc. des sc. natur. de l'Ouest de la France. — Bull., T. V, 2-4; VI, 1 et 2.
- Neuchâtel*. Ecole d'horlogerie. — Leçons d'horlog. théorique, par H. Grossmann, direct. Cahiers 13 et 14.
- New-Haven*. 1. Observatory of Yale University. — Rep. of the board of managers, 1895-96.
2. American Journ. of sciences, 4th ser., vol. I, 1-6; II, 7-11.
- New-York*. Acad. of sciences. — 1. Annals, vol. VIII, 6-12 and Index; IX, 1; — 2. Transact., vol. XIV, 1894-95; — 3. Memoirs, I, 1.
- Nîmes*. Soc. d'étude des sc. natur. — Bull., 23^{me} ann., 1-4; 24^{me} ann., 1 et 2.
- Orléans*. Soc. d'agricult., sc., bellés-lettres et arts. — Mém., T. XXVI, XXXIV et Table des Mém. et Bull., 1848-1894.

- Ottawa.* 1. Royal Soc. of Canada. — Proceed. and Transact., 2^d ser., vol. I.
 2. Geolog. Survey of Canada. — 1. Contribut. from the herbarium of the Geolog. Survey, vol. V-VII; — 2. Contribut. to canadian palaeontology, vol. II, 1.
- Padoue.* Soc. Veneto-Trent. di sc. natur. — 1. Atti, ser. II, vol. II, 2; — 2. Bullet., T. VI, 2.
- Paris.* 1. École Polytechnique. — Journal, II^{me} sér, 1^{er} cahier.
 2. Soc. zoologique de France. — Bull., T. XX, 1-40.
 3. Soc. zoologique de France. — Compte-rendu des séances, T. XXIV, 1-14; XXV, 1 et 2.
 4. Bureau internat. des Poids et Mesures. — Travaux et Mém., T. X et XI.
 5. Feuille des Jeunes natural., nos 304-314.
- Philadelphie.* 1. Acad. of natur sc. — 1. Proceed., 1895, II a. III; 1896, I; — 2. Journal, 2^d ser., vol. X, 3.
 2. Wagner free Institut of sc. — Transact., vol. IV.
- Pise.* Soc. toscana di sc. natur. — 1. Mem., vol. XIV; — 2. Atti: Proc. verb., vol. IX, fol. 243-310; X, fol. 1-120.
- Regensburg.* Naturwissenschaftl. Ver. — Bericht, V. Heft.
- Rio-de-Janeiro.* Instituto hist., geogr. e ethnograph. Brasileiro. — 1. Revista trimensal, T. LVI, 2; LVII, 1, 2; — 2. Homenagem a Memoria de S. M. O. Senhor D. Pedro II.
- Rochelle (La).* Soc. des sc. natur. de la Charente-Infér. — Annales, nouv. série, T. II et III.
- Rochester (N.-Y.)* Acad. of science. — Proceed., vol. II, 3 a. 4; III, 1.
- Rome.* 1. Reale Accad. dei Lincei. — Atti, ser. 5; Rendiconti, 1896, 1^o sem., vol. V, 1-12; 2^o sem., 1-10.
 2. Soc. romana per gli studi zoolog., vol. IV, 5 e 6.
 3. Pietro De Vescovi. — Zoologicae Res, An. I, 2.
- Rouen.* 1. Soc. libre d'Emulation de la Seine-Infér. — Bull., 1894-1895.
 2. Soc. de médecine. — Bull., 2^{me} sér., vol. 8 et 9.
- Saint-Dié.* Soc. philomat. vosgienne. — Bull., 21^{me} ann.
- Saint-Gall.* Naturwissenschaftl. Gesellschaft. — Ber., 1893-94.
- Saint-Petersbourg.* 1. Acad. impér. des sc. — Mém., 8^{me} sér., T. II, 1 et 2; III, 2 et 6; IV, 1.
 2. Horto Petropolitani. — Acta, T. XIV, 1; XV, 1.

- San-Francisco*. California Acad. of sc. — Proceed., 2^d ser. vol. V, 1 a. 2.
- San-José* (Costa-Rica). Museo nacional de Costa-Rica. — 1. forme presentato al Secretario de Estado, por A. J. faro, 1896; — 2. Antigüedades de Costa-Rica, 1^a Entrega.
- Santiago* (Chili). Soc. scientif. du Chili. — Actes, T. II, 5; 1-4; VI, 1.
- Stockholm*. 1. Acad. royale des sc. — 1. Handlingar, B. 2. — 2. Bihang, vol. 20 et 21; — 3. Oefversigt of vetenskaps Akademiens Förhandlingar, vol. 52 (1895).
2. Institut royal géolog. de Suède. — Afhandlingar, ser. n° 113; Aa, n°s 110-112; Bb, n° 8; C, n°s 135-159.
3. Entomolog. Tidskrift. — Arg. 16, h. 1-4.
- Stuttgart*. Ver. für vaterländ. Naturkunde in Württemberg. 52 Jahresheft.
- Sydney*. 1. Royal Soc. of N.-S. Wales. — Journ. a. Proceed. vol. XXIX.
2. Australian Museum. — Ann. Report of the trustees 1895.
3. Australasian Associat. for the advancement of. sc., session of Brisbane, 1895: Report of the 6th meeting.
- Trieste*. Osservatorio astron.-meteorolog. — Rapp. ann., 1893.
- Tromsø*. Tromsø Museum. — 1. Aarshefter, 17; — 2. Aarsberetning for 1893.
- Tuft* (Mass.) Tufts College Studies, n° IV.
- Turin*. 1. Reale Accad. delle sc. — 1. Mem., ser. 2^a, T. XL — 2. Atti, T. XXX, 12-16; XXXI, 1-11.
2. Osservatorio della R. Università di Torino. — 1. Osservaz. meteorolog. fatte nell' ann. 1893 et 1895, comunicate del Dr Rizzo; — 2. Effemeridi del Sole e della Luna per l'orizzonte di Torino e per l'anno 1896; comunicate dei Dr V. Balby; — 3. Sull' estensione della luce di Kirchhoff interno alla relazione fra l'assortimento dell'emissione della luce; Nota del Dr G.-B. Rizzo; — Sul modo di dedurre la media giornaliera delle osservazioni meteorolog. fatte a Torino in tempo medio dell' Europa centrale.
- Upsal*. Geolog. Institution of the university. — Bull., vol. part. 2, n° 4.
- Venise*. La Notarisia: Revue trimestr. algologique, vol. X, XI, 1.

- Vienne.* 1. K. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber.; 1. Abtheil., B. CIV, 1-10; — 2. Abtheil., a) B. CIV, 1-10; b) B. CIV, 1-10; — 3. Abtheil., B. CIV, 1-10.
2. K. u. K. geolog. Reichsanstalt. — 1. Verhandl., 1895, 14-18; 1896, 1-12; — 2. Abhandl., B. XVIII, 1; — 3. Jahrb., B. XLV, 2-4; XLVI, 1.
3. K. u. K. zoolog.-botan. Gesellschaft. — Verhandl., B. XLV., 10; XLVI, 1-8.
4. K. K. Central-Anstalt für Meteorologie u. Erdmagnetismus. — Jahrb., Neue Folge, B. XXX.
5. Verein zur Verbreit. naturwissenschaftl. Kenntnisse. — Schriften, B. XXXVI.
- Washington.* 1. Smithson. Institution. — 1. Contribut. to Knowledge, n^o 1033; vol. XXIX, nos 980 a. 989; XXX-XXXII; — 2. An. account of the Smithson. Institut., its origin, history, objects a. achievements.
2. U.-S. National Museum. — Proceed., vol. XVII.
3. Bureau of Ethnology. — 13th ann. report of the Bureau; 1891/92.
4. Department of the interior. — U.-S. Geolog. Survey; — 1. Bull., nos 123-126, 128, 129, 131-134; — 2. 15th ann. Report (1893-94) a. 16th ann. Report, part. II-IV (1894-95), to the secretary of the interior, by J. W. Powell, director.
5. U.-S. Coast a. geodetic Survey. — Rep. of the Superintendent for 1893, part II; 1894, part. II.
6. Department of agriculture. — 1. North american fauna, nos 10-12; — 2. The Jack Rabbits of the U.-S.
7. U.-S. Naval Observatory. — Washington Observations, 1890.
- Wiesbaden.* Nassauischer Ver. für Naturkunde. — Jahrb., 49. Jahrg.
- Würzburg.* Physikal-Medicin. Gesellschaft. — Sitzungsber., Jahrg. 1895.
- Zürich.* 1. Naturforsch. Gesellschaft. — 1. Vierteljahrschrift, 40. Jahrg., 3 u. 4; — Festschrift, 1^{ter} u. 2^{ter} Theil.
2. Schweizerische Meteorolog. Central-Anstalt. — Annalen, 1881 u. 1894.
-

OUVRAGES REÇUS DE DIVERS SAVANTS

Clerc, G.-O. Description de l'exploitation de platine, avec un court aperçu histor. de l'industrie du platine en Russie, par V.-J. Bourdakoff et J.-M. Hendrikhoff.

Degrange-Touzain, M.-A. Notice nécrolog. sur M. Gustave Cotteau.

von Fellenberg, Dr Edm. Ueber den Flussspalte von Oltschenalp und dessen technische Verwerthung.

Omboni, Giov., prof. Di un criterio facile proposto dal prof. J. Agostini per i pronostici del tempo.

de Quervain, Dr Fr. 1. Ueber Cephalhydrocele traumatica; — 2. Ueber eine Form von chronischer Tendo vaginitis; — 3. Ein Fall von Extremitätengangrän nach Abdominaltyphus; — 4. Zur Operation Behandlung der Halsrippen.

Raspail, Xavier. 1. Observations complémentaires sur la ponte et les mœurs du hanneton; — 2. Réponse au Questionnaire d'hist. natur. systématique de la Soc. scientif. « Antonio Alzate ».

Sacco, Federico, prof. Essai sur l'Orogénie de la Terre.

Wolfer, A., prof. Zur Bestimmung der Rotationszeit der Sonne; Astron. Mittheil., n° LXXXVII.

TABLE DES MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DU TOME XXIV

	Pages
<i>L. Arndt.</i> — Recherches sur le calcul des forces perturbatrices dans la théorie des perturbations séculaires	3
<i>Ed. Cornaz.</i> — La variole et les vaccinations à Budapest	45
<i>M. Moreillon.</i> — Les sapins sans branches de Chaumont	49
<i>R. Weber.</i> — Sphéromètre à contact de grande précision	54
<i>Ed. Cornaz.</i> — Les anthères des gentianes	57
<i>L. Rollier.</i> — Coup d'œil sur les formes et les relations orographiques que déterminent les faciès du Malm dans le Jura	67
<i>H. Ladame.</i> — Chemin de fer à crémaillère entre Neuchâtel et Chaumont	77
<i>G. Ritter.</i> — La Raisse	88
<i>L. Isely.</i> — Lettres inédites de Louis Agassiz	111
<i>Ed. Piaget.</i> — Sur l'épiderme des plantes et ses appendices	126
<i>L. Isely.</i> — La géométrie non-euclidienne	137
<i>L. Du Pasquier.</i> — L'avalanche de l'Altels, le 11 septembre 1895	149
<i>H. de Pury.</i> — Le lait stérilisé	177
<i>O. Billeter.</i> — Observations sur des vins malades	190
<i>S. de Perrot.</i> — Sur le rendement de quelques vignes du Canton et ses rapports avec divers phénomènes météorologiques	193
<i>L. Du Pasquier.</i> — Le niveau des lacs de Neuchâtel, Bienne et Morat en 1895	197
<i>S. de Perrot.</i> — Notes explicatives concernant les jauges de la Serrière	199

L. Favre. — Discours d'ouverture du Président de la Société à la Séance générale de Colombier

R. Weber et L. Favre. — Matthäus Hipp, 1813-1893 .

Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel à la Commission d'inspection pour l'année 1895. *Ad. Hirsch.* Appendice I.

Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel au Département de l'Industrie et de l'Agriculture sur le concours des chronomètres observés pendant l'année 1895. *Ad. Hirsch.* Appendice II.

Procès-verbal de la 39^{me} séance de la Commission géodésique suisse, tenue à l'Observatoire de Neuchâtel le 17 mai 1896. *R. Gautier.* Appendice III.



TABLE DES MATIÈRES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

	Pages
Nomination du bureau pour la période 1895-1897 . . .	241
Comptes de la Société, arrêtés au 30 juin 1895 . . .	241
Le bureau et MM. Billeter et Rychner sont chargés de l'exécution du monument d'Auguste Jaccard . . .	241
Le bureau est chargé de demander à la Commission de la Bibliothèque de la ville l'usage d'une salle pour y loger les livres de la Société	241
Nomination d'une Commission hydrologique	244
Réception et démission de membres	245, 248, 249, 250, 251, 254, 257, 261, 262
Décision de tenir des séances dans l'après-midi	244
Nomination d'une Commission chargée de réunir des données statistiques sur la production agricole du canton	249
Lettre de la Commission de la Bibliothèque communale et décision à ce sujet	251, 252
Propositions de M. A. Rychner, relatives au monument d'Aug. Jaccard	254
Fixation du lieu et de l'époque de la séance générale . . .	257, 259
La Société fixe la cotisation des membres externes . . .	257
Proposition de la Commission hydrologique relative aux observations météorologiques de la Brévine	258
Programme de la Séance générale à Colombier, visite à l'usine des Clées et à la Fabrique de câbles élec- triques de Cortaillod	260
Discours du Président à la séance de Colombier	261
MM. L. Du Pasquier et O. Billeter sont nommés délé- gués à la session de la Société helvétique des sciences naturelles	262
La Société décide de recevoir la Société helvétique des sciences naturelles en 1899	263, 265

B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES

1. ASTRONOMIE ET PHYSIQUE DU GLOBE

Photographies de l'avalanche de l'Altels. <i>L. Du Pasquier</i>	
Observations pluviométriques faites à la Brévine. <i>L. Du Pasquier</i>	
Sur les eaux de la Raisse. <i>G. Ritter</i>	
Observations de MM. <i>L. Du Pasquier, Billeter, M. de Pourtalès et G. Ritter</i>	259,

2. MATHÉMATIQUES

Etude sur la géométrie non-euclidienne. <i>L. Isely</i>	
Sur le mathématicien bernois Jacob Steiner. <i>L. Isely</i>	

3. PHYSIQUE

Sur les expériences du professeur Röntgen. <i>R. Weber</i>	
Nouvelle communication sur les rayons Röntgen. <i>R. Weber</i>	

4. CHIMIE

Observations sur des vins malades. <i>O. Billeter</i>	244,
Remarques de M. <i>Eug. Bouvier</i>	

5. GÉOLOGIE, PALÉONTOLOGIE ET MINÉRALOGIE

Région Chaumont-Chasseral de la carte géologique de la Suisse. <i>L. Rollier</i>	
Sur les formes et les relations orographiques que déterminent les faciès du Malm dans le Jura. <i>L. Rollier</i>	
Observations de MM. <i>Moulin, L. Du Pasquier et S. de Perrot</i>	256,

6. BOTANIQUE

Variété naine de <i>Gentiana campestris</i> . <i>Al. Perrochet</i> .	243
Sur les sapins sans branches de Chaumont. <i>M. Moreillon</i>	247
Remarques de MM. <i>F. Tripet</i> , <i>Ed. Cornaz</i> et <i>L. Rollier</i>	247, 248
Sur une section de tronc de Glycine. <i>F. Tripet</i> . . .	254
Fleurs sans éperon chez le <i>Platanthera bifolia</i> (Rich.) <i>Ed. Cornaz</i>	256

7. HYGIÈNE ET MÉDECINE

La variole et les vaccinations à Budapest. <i>Ed. Cornaz</i> .	242
Observations de MM. <i>Perrochet</i> , <i>Hirsch</i> et <i>Billeter</i> .	242, 243
Sur l'inversion des images rétinienne chez l'enfant. <i>G. Borel</i>	253, 254

8. DIVERS

Sur les causes de l'encrassement des conduites d'eau par le tuf. MM. <i>Chavannes</i> , <i>Billeter</i> , <i>Du Pasquier</i> et <i>Rollier</i>	243, 244
Sur les ruptures de ponts métalliques. <i>Ed. Elskes</i> .	246, 247
Graphique résumant la production de certaines vignes et divers phénomènes météorologiques. <i>S. de Perrot</i>	248
Discussion, à laquelle prennent part MM. <i>L. Favre</i> , <i>J. de Montmollin</i> , <i>G. de Coulon</i> , <i>S. de Perrot</i> , <i>Ed.</i> <i>Cornaz</i>	249
Causerie sur les installations électriques de la ville de Neuchâtel. <i>R. Chavannes</i>	261
Choix d'un bloc erratique pour le monument d'Aug. Jaccard, <i>M. de Tribolet</i> et <i>M. de Pourtales</i>	262
Discussion sur un projet de chemin de fer à crémaillère entre Neuchâtel et Chaumont. MM. <i>Chavannes</i> , <i>La-</i> <i>dame</i> et <i>Hirsch</i>	263



RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

RAPPORT DU DIRECTEUR
DE
L'OBSERVATOIRE CANTONAL
DE NEUCHÂTEL
A LA
COMMISSION D'INSPECTION
POUR
L'ANNÉE 1895
SUIVI DU
RAPPORT SPÉCIAL
SUR LE
Concours des Chronomètres observés en 1895



LA CHAUX-DE-FONDS
E. SAUSER, IMPRIMERIE HORLOGÈRE
1896

RAPPORT
DU
DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE CANTONAL
A LA
COMMISSION D'INSPECTION
POUR
L'ANNÉE 1895

MESSIEURS,

Comme d'habitude, je commence par compléter les quelques explications que j'ai pu vous donner tout à l'heure, en visitant les salles de l'Observatoire, sur les réparations des bâtiments et des principaux instruments. Je puis être court, car au fond il n'y a eu d'importants changements que l'introduction de la lumière électrique, qui — il est vrai — n'a commencé à fonctionner qu'à la fin de février de l'année actuelle ; mais si pour les statistiques numériques concernant

les instruments, les observations, etc., il convient de respecter exactement les années du calendrier, pour les faits généraux il est indiqué d'étendre le compte-rendu sur l'exercice compris entre les séances consécutives de la Commission.

L'éclairage électrique qui, sans aucun doute, compte parmi les plus merveilleux progrès dont la science du XIX^e siècle a doté l'humanité, en lui fournissant une lumière bien plus belle, plus commode, surtout plus hygiénique et moins dangereuse que celle de toute autre source lumineuse, cet éclairage présente des avantages spéciaux pour les établissements scientifiques et en particulier pour les observatoires; car non seulement il permet de graduer exactement, suivant l'instrument, l'intensité de la lumière, de l'éteindre et de l'allumer instantanément selon le besoin de l'observation, mais il évite le grave inconvénient des flammes de gaz d'échauffer considérablement les appareils et instruments délicats, dont il faut les approcher, de modifier par la dilatation leur forme et leur position et de fausser ainsi leurs indications; enfin, comme pour les observations de précision il importe de maintenir dans la salle une température aussi uniforme que possible et qui ne diffère pas trop de la température extérieure, afin d'éviter les réfractions irrégulières et anormales redoutées avec raison par les astronomes, les lampes à incandescence sont aussi, sous ce rapport, infiniment préférables aux becs de gaz.

Lorsque j'ai fait valoir auprès de la Direction de l'Instruction publique tous ces avantages en faveur de l'introduction de l'éclairage électrique à l'Obser-

vatoire, l'autorité supérieure, à laquelle j'exprime ici ma profonde reconnaissance, n'a pas hésité à l'accorder, malgré les frais assez considérables d'installation, qui rentrent — il est vrai — dans les dépenses à couvrir par le fonds spécial de l'Observatoire. On peut espérer que l'expérience des premières années suffira à convaincre la commune de Neuchâtel, qu'il est dans son intérêt propre d'abaisser le tarif un peu exagéré de son service électrique, contre lequel j'ai vainement lutté dans la commission électrique que j'ai présidée; alors les frais annuels de l'éclairage électrique ne dépasseront plus ce que nous avons dépensé jusqu'à présent pour le gaz, le pétrole et les bougies.

L'installation du nouvel éclairage a nécessité quelques légers rhabillages aux murs, aux planchers, etc., traversés et entamés par les fils conducteurs. Le toit d'asphalte a exigé les nombreuses réparations auxquelles nous sommes habitués.

Les appareils et instruments de l'Observatoire n'ont en général demandé que l'entretien ordinaire, bien qu'avec l'âge avancé, pour quelques-uns d'entre eux, les réparations deviennent naturellement plus fréquentes. Dans la salle méridienne, j'ai dû remplacer l'ancien manteau d'hiver destiné à abriter le précieux instrument contre les injures des tempêtes de neige. De même il a fallu renouveler les rideaux mobiles qui servent, pendant les observations du Soleil, à tenir la lunette à l'ombre et à la garantir contre un échauffement nuisible.

Tous ces soins ont contribué à maintenir pour notre excellent instrument méridien la remarquable stabilité et la constance que j'ai eu déjà la satisfaction de

signaler dans mes rapports antérieurs et qui se sont montrées en 1895 presque plus parfaites encore que précédemment.

Ainsi, la *collimation* qui, dans les années antérieures, changeait dans les limites déjà très étroites de $0^s,12$, n'a varié en 1895 que de $0^s,046$, entre la valeur maxima de $+ 0^s,278$ (le 12/II) et le minimum de $+ 0^s,232$, observé le 13/VII; la variation moyenne d'une détermination à l'autre ne dépasse pas $\pm 0^s,013$; on peut donc envisager la collimation de notre lunette comme pratiquement invariable.

La constance de l'*inclinaison* n'est pas moins remarquable; car elle ne varie d'un jour à l'autre en moyenne que de $\pm 0^s,014$, tout en continuant à augmenter lentement et faiblement toujours dans le même sens négatif. Cet abaissement relatif du pilier occidental, qui était, dans les années précédentes, de $- 0^s,76$ en moyenne, s'est réduite en 1895 à $- 0^s,52$ par an, ce qui correspond à un abaissement linéaire de $- 0^{mm},023$, minime mais parfaitement réel. Il faut attendre la marche de ce curieux mouvement pendant les années suivantes pour pouvoir juger si l'atténuation constatée en 1895 continue et s'il faut y reconnaître les indices d'un caractère périodique, mais d'une période autre que l'année, dans laquelle s'accomplit le mouvement azimutal.

Ce dernier s'est de nouveau montré d'une régularité parfaite; car le mouvement estival (dans le sens E-S-O) a été de $- 2^s,25$ et le mouvement hivernal (O-S-E) de $+ 2^s,56$, ce qui donne pour l'oscillation totale de l'année $4^s,81$. Il n'y a que les époques des positions extrêmes d'hiver et d'été qui aient été

légèrement retardées, conformément au caractère un peu anormal des saisons; ainsi le maximum positif, qui arrive ordinairement en février, a eu lieu en 1895 le 18 mars et en 1896 le 1^{er} avril, et le maximum négatif, qui tombe habituellement sur la fin d'août, a été observé en 1895 le 27 septembre.

Pour apprécier la régularité du phénomène, je le résume, pour les trois dernières années, sous la forme suivante :

Oscillation estivale (E-S-O)	Oscillation hivernale (O-S-E)
1893 6 févr. - 22 août — 2 ^s ,24	1893 22 août - 1894 20 févr. + 2 ^s ,52
1894 20 févr. - 29 août — 1 ^s ,78	1894 29 août - 1895 18 mars + 3 ^s ,16
1895 18 mars - 27 sept. — 2 ^s ,25	1895 27 sept. - 1896 1 ^{er} avril + 2 ^s ,56

Mouvement annuel

1893 - 1894	4 ^s ,76
1894 - 1895	4 ^s ,94
1895 - 1896	4 ^s ,81

Le mouvement annuel moyen du sol, soit dans un sens, soit dans un autre, est donc d'environ 36",3 *d'arc*, ce qui représenterait au bout de la colline du Mail, à une distance de 400 m. environ, une torsion par rapport à l'orientation absolue dans l'espace, égale à peu près à 7 cm.

Il est intéressant de constater que les trois mires, que nous possédons du côté Nord dans le bois du Mail et à Chaumont, et du côté Sud à Portalban, ne montrent pas un mouvement aussi prononcé et régulier, ainsi que cela résulte du petit tableau des valeurs moyennes tirées des observations de 1895 :

	Mire du Nord	Mire de Chaumont	Mire du Sud
Azimut absolu . . .	+ 0 ^s ,003	— 0 ^s ,026	+ 0 ^s ,169
Variation moyenne .	± 0,095	± 0,052	± 0,083
Amplitude annuelle.	0,21	0,19	0,17

On voit en effet que le mouvement annuel des mires ne représente que la vingt-cinquième partie de celui montré par la lunette méridienne, et encore en faut-il attribuer une partie aux effets de la réfraction latérale et aux autres erreurs accidentelles d'observation, de sorte qu'on ne saurait y reconnaître, avec quelque certitude, un mouvement réel et matériel de ces mires. Ajoutons encore que les époques des valeurs extrêmes ne coïncident nullement ni pour les trois mires entre elles, ni avec celles de l'instrument méridien.

Il se confirme ainsi de nouveau que le fait de posséder trois mires, parmi lesquelles deux lointaines et deux qui se prêtent au pointage nocturne, constitue un grand avantage pour notre établissement et une condition essentielle de l'exactitude de ses observations.

Pour cette raison, il serait bien regrettable que l'observatoire fût privé, pendant un temps assez considérable, de l'emploi de la mire du Nord, par suite de la construction de la cantine du tir fédéral. Car, si l'on a heureusement renoncé — pour des raisons financières plutôt que par égard pour l'Observatoire cantonal — à enlever la partie occidentale de la colline, et que nous avons ainsi échappé au danger très sérieux que j'avais signalé au Conseil d'Etat et en particulier dans mon dernier rapport, — on a néanmoins persisté à choisir le Mail plutôt que le bord du lac

pour l'emplacement du tir, et il paraît qu'on se propose de construire la cantine non pas à la vigne Mercier, où elle ne gênerait en rien nos observations, mais sur la pelouse du Mail, immédiatement au Nord de l'Observatoire.

Or, dans ce cas, non seulement nous serions obligés de fermer l'Observatoire pendant les dix jours que durera le tir fédéral, ce qui serait fâcheux sans doute, surtout pour les services pratiques des chronomètres et du signal d'heure; toutefois cela ne constituerait qu'une courte interruption de notre activité pour une dizaine de jours; mais nous serions privés de l'usage de notre principale mire pendant tout le temps que durera la construction et l'enlèvement de la cantine, c'est-à-dire pendant quelques mois. Ce serait là un grave inconvénient que, dans l'intérêt de l'Observatoire et de son service chronométrique, je dois signaler à temps à la Commission et aux autorités cantonales, afin qu'on puisse l'éviter, si possible.

Revenant aux principaux instruments de l'Observatoire, je rendrai brièvement compte de la marche de nos pendules astronomiques. En ce qui concerne d'abord celle de *Hipp*, elle continue en général sa marche brillante, sans aucune interruption et sans écarts dépassant quelques centièmes de seconde, sauf dans les cas, heureusement très rares, de tremblements de terre; nous en avons constaté deux en 1895, le 20 août et le 1^{er} novembre (ce dernier ressenti aussi à Nyon) qui ont produit des retards de 0^s.20 et de 0^s.17 dans la marche de notre horloge, extrêmement sensible aux plus légères oscillations du sol. Aussi l'expérience acquise nous engage à demander de nouveau

que, dans les travaux à exécuter au Mail pour le tir fédéral, on se passe de l'emploi des coups de mine, si l'on ne veut pas risquer de déranger complètement nos pendules.

Abstraction faite de ces rares accidents, la variation moyenne de la marche diurne de la pendule Hipp a été en 1895 de $\pm 0^s,025$, ce qui dépasse de quelques millièmes de seconde la valeur moyenne des six années précédentes, où elle était de $0^s,020$. Sans pouvoir indiquer exactement les raisons de cette très légère augmentation, il est permis d'en attribuer une partie aux coups de mine tirés dans le voisinage, aux mois d'avril et mai, comme je l'ai déjà mentionné dans mon dernier rapport; une autre partie peut être mise sur le compte des circonstances atmosphériques moins favorables de l'année 1895, qui ont eu pour conséquence de rendre les observations un peu moins fréquentes que dans les deux années précédentes, comme nous le verrons tout à l'heure.

Quoi qu'il en soit, une variation de $0^s,025$, dont on ne peut imputer que la moitié environ aux véritables écarts de la pendule, tandis que l'autre moitié représente l'influence des erreurs d'observation, est toujours un fait exceptionnel et réjouissant. La rare perfection de cette horloge non seulement rend les plus grands services au point de vue pratique, mais elle permet d'entreprendre des recherches très délicates sur les causes pouvant expliquer les légers changements dans la marche qui sont indépendants de la température et de la pression atmosphérique et dont le caractère plus ou moins périodique permettra un jour de trouver la véritable cause peut-être dans l'influence

du magnétisme terrestre. L'extrême petitesse des variations dont il s'agit rend ces recherches particulièrement difficiles et exige de longues années d'observation, pour être sûrs de leur interprétation.

Quant à nos trois autres pendules, elles ont conservé leur bonne marche des dernières années. Ainsi la pendule *Winnerl* a de nouveau montré en 1895 comme en 1893, une variation moyenne de $\pm 0^s,080$, tandis qu'autrefois elle était $\pm 0^s,090$ et était descendue en 1894 à $0^s,071$. Aussi les coefficients thermométrique et barométrique sont restés les mêmes que précédemment, c'est-à-dire qu'elle avance de $0^s,028$ par degré et retarde de $0^s,011$ par millimètre de pression.

La pendule *Kutter*, qui autrefois variait de $\pm 0^s,082$ a eu en 1895 une variation moyenne de $\pm 0^s,079$; elle retarde de $0^s,02$ par degré centigrade et par millimètre de pression.

Enfin la pendule *Dubois*, dont la variation dépassait autrefois le $0^s,1$ de seconde, a maintenu l'amélioration sensible qu'elle avait montrée après le nettoyage de 1892; car sa variation moyenne a été en 1895 de $\pm 0^s,081$, exactement comme en 1893; elle retarde de $0^s,01$ par degré de température et avance de la même quantité par millimètre de pression.

On voit ainsi que ces trois horloges ont, à $0^s,001$ près, la même variation moyenne de $\pm 0^s,08$; comme c'est à peu près le triple de la variation de celle de Hipp ($\pm 0^s,025$) nous attribuons, dans nos calculs de l'heure, à cette dernière un poids trois fois plus grand qu'aux autres, dont les indications reçoivent le même poids.

Variations des 4 pendules dans les 5 dernières années.

	Hipp	Winnerl	Kutter	Dubois
1891	$\pm 0^s,020$	$0^s,093$	$0^s,101$	$0^s,130$
1892	0,021	0,090	0,083	0,109
1893	0,019	0,080	0,074	0,081
1894	0,017	0,071	0,069	0,077
1895	0,025	0,080	0,079	0,081

Afin d'augmenter encore davantage la sécurité de notre calcul quotidien de l'heure, il convient — ainsi que je l'ai déjà indiqué dans mes rapports antérieurs — de faire l'acquisition d'une nouvelle pendule de premier ordre, pour remplacer celle de Houriet et avoir de nouveau cinq pendules à l'Observatoire. La pendule électrique de M. Favarger, dont j'ai parlé la dernière fois, n'ayant pas encore donné un résultat satisfaisant, il faudra peut-être songer à une nouvelle pendule à poids, placée si possible sous pression constante.

Le service de la transmission de l'heure continue à fonctionner en général très régulièrement. Du fait de l'Observatoire il y a eu quatre interruptions : une fois (le 25 janvier) la pendule électrique qui doit fermer le courant automatiquement a fait défaut au moment du signal, un des contacts du rouage ayant été oxydé. Le 30 janvier, le courant n'est pas parti par suite de fausses communications qui s'étaient établies entre les fils des lignes dans l'Observatoire même; ce fait nous a engagé à renouveler entièrement les nombreux fils conducteurs qui établissent les communications entre les différents instruments, les piles à la cave et les lignes du dehors; ces fils avaient

servi environ 20 ans. Enfin au mois de décembre deux fois, pendant l'époque des brouillards, le signal n'est pas parti, parce que, par suite de circonstances exceptionnelles, le calcul de l'heure n'était pas suffisamment sûr, de sorte que j'ai préféré ne pas envoyer l'heure que de donner un signal incertain. Toutefois ces cas de défaut du signal ne constituent que 1,1 % de l'année, ce qui est remarquablement peu pour une organisation aussi compliquée et délicate.

La transmission par les lignes télégraphiques s'est maintenue à peu près à la régularité de l'année précédente; les cas où le signal, dûment parti, n'est pas arrivé, pour une raison quelconque, aux stations, ont été pendant l'année 1895, pour les

6 stations neuchâteloises,	au nombre de	15,2	==	4,2 %
3 » bernoises	»	9,3	==	2,5 %
3 » vaudoises	»	31,3	==	8,6 %
En moyenne des 12 stations		17,8	==	4,9 %
en 1894		18,1	==	5,0 %

De ces interruptions, un grand nombre sont dues, sans doute, aux installations ou aux bureaux télégraphiques dans les stations de réception; mais presque toujours la faute doit être cherchée dans les dérivations beaucoup trop fortes que notre courant subit, non pas par suite d'une mauvaise isolation des lignes — cette dernière étant ordinairement excellente — mais par suite de fausses communications dans les nombreux bureaux intermédiaires qui ne s'excluent pas au moment voulu, comme ils devraient le faire, de sorte que nous constatons alors souvent des dérivations de 30° à 50°. Une surveillance plus rigoureuse

de la part de l'administration télégraphique y remédierait facilement. Une seule fois le signal a manqué dans les stations bernoises par suite d'un dérangement du fil Berne-Neuchâtel N° 115.

L'observation des chronomètres et les résultats du concours faisant l'objet d'un rapport spécial que je présente chaque année au Département de l'Industrie et de l'Agriculture, je puis me borner à signaler ici brièvement les principaux faits de ce service, d'autant plus que le dernier rapport, remis à l'autorité le 20 janvier, a paru il y a deux mois, et se trouve entre les mains de Messieurs les membres de la Commission.

On peut constater avec satisfaction que le concours de 1895 a montré de sensibles progrès relativement aux années précédentes, pour la quantité aussi bien que pour la qualité des montres observées. Ainsi le nombre des chronomètres envoyés à l'Observatoire, qui en 1894 était descendu à 247, est remonté au chiffre de 306 comme en 1891; le nombre des bulletins délivrés, tombé l'année précédente à 194, s'est relevé à 255. Il en résulte que le nombre des pièces qui ont dû être retournées sans bulletin aux fabricants, parce qu'elles ne satisfaisaient pas à l'une ou l'autre des conditions exigées, descend cette fois à 17 %, chiffre le plus bas que nous ayons constaté depuis 1881. S'il faut reconnaître dans cette diminution du nombre des non-valeurs évidemment une amélioration dans les soins voués à la construction et au réglage des chronomètres, ce progrès se traduit aussi directement par les chiffres caractérisant les principales qualités d'un chronomètre.

Ainsi, la plus importante de ces dernières, la variation diurne, qui en 1894 avait atteint $\pm 0^s,61$, est revenue à $\pm 0^s,57$; c'est encore loin de la perfection des meilleures années ($\pm 0^s,49$ en 1880 et $\pm 0^s,50$ en 1886 et 1892), mais c'est une amélioration.

Elle est beaucoup plus sensible pour la variation du plat au pendu, qui est la plus faible que nous ayons observée, savoir $\pm 1^s,63$. Il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau de mon rapport spécial (v. p. 17) pour se rendre compte du remarquable progrès que notre chronométrie a réalisé sous ce rapport depuis le commencement des épreuves instituées à l'Observatoire; car en 1864 et 1865 on y trouve pour cette variation les chiffres de $\pm 8^s,21$ et $6^s,18$. Il en est de même de la somme des 4 variations de position, qui débute en 1873 avec $\pm 10^s,03$ et pour laquelle nous trouvons en 1895 $\pm 6^s,92$, ce qui compte parmi les meilleures années. Le réglage de la compensation est également le plus parfait qu'on ait constaté jusqu'à présent; car en 1895 la variation moyenne par degré de température n'est plus que de $\pm 0^s,07$; comme le tableau mentionné indique pour ce chiffre en 1864 $\pm 0^s,48$, on voit qu'on a su réduire ce défaut essentiel d'un chronomètre, peu à peu, à sa septième partie.

En ajoutant à ces renseignements la remarque que tous les prix, prévus par le règlement, pour les fabricants aussi bien que pour les régleurs, ont pu être accordés en 1895, il me semble qu'on doit voir dans ces faits, non seulement la preuve réjouissante de nouveaux progrès sensibles de notre chronométrie, mais qu'il est légitime d'y reconnaître l'influence favorable que l'Observatoire cantonal et les concours

des chronomètres de poche et de marine, que les autorités y ont organisés, a exercée sur le développement de cette importante branche de notre industrie nationale.

Cela n'empêche pas que le règlement qui préside à notre service chronométrique pourrait être modifié utilement sur quelques points. Comme il est probable qu'une commission spéciale sera chargée de s'occuper de ce sujet, je crois devoir m'abstenir d'entrer ici dans les détails des questions soulevées et me borner à exprimer la confiance — qui sera sans doute partagée par la Commission de l'Observatoire — qu'on ne voudra pas chercher le progrès en allégeant les conditions exigées pour l'admission des montres à l'Observatoire et pour l'obtention des prix; car au lieu du développement de notre chronométrie, que tout le monde désire voir continuer, il en résulterait plutôt un abaissement de son niveau, ainsi qu'une dépréciation de nos bulletins et des prix accordés.

Je vais maintenant donner un aperçu des observations astronomiques et des travaux scientifiques exécutés en 1895. Cette année a été un peu moins favorable que les deux précédentes pour le nombre des nuits claires permettant d'obtenir une détermination complète de l'heure, au moyen d'une dizaine d'étoiles équatoriales et d'au moins une étoile polaire. De 208, en 1893, ce nombre est tombé à 174, ce qui est encore très respectable et dépasse sensiblement la moyenne des observatoires de nos régions. Il s'ensuit naturellement que le nombre des étoiles observées

a aussi diminué un peu, de 2058 en 1894 à 1991 en 1895. Par contre, les observations du Soleil ont été même plus fréquentes que jamais; ses passages au méridien ont pu être enregistrés 236 fois. Comme on observe chronographiquement les deux bords du Soleil aux 21 fils de notre lunette, l'erreur probable accidentelle de la moyenne de ces 42 passages est assez faible; d'autre part, puisqu'on détermine toujours à midi l'inclinaison et, au moyen des mires, l'azimut de l'instrument, le passage du Soleil ne diffère ordinairement que de 0^s,01 à 0^s,02 de la valeur obtenue par interpolation entre les étoiles observées dans les nuits précédente et suivante. La répartition des observations, soit d'étoiles, soit du Soleil, a été particulièrement favorable, ce qui a réduit le nombre des jours sans observation à 88 et l'intervalle moyen entre deux déterminations de l'heure à 1^h,0. Par contre, le plus long intervalle sans observations est cette fois particulièrement grand : il est monté en novembre jusqu'à 13^h,7. Voici le tableau statistique des cinq dernières années :

	Nuits d'observation	Etoiles observées	Passages du Soleil	Jours sans observations	Intervalle moyen entre 2 déterminat.	Plus long intervalle
1891	159	1376	217	127	1,2	10,0
1892	171	1715	173	113	1,4	7,5
1893	208	2258	227	93	0,9	9,0
1894	176	2058	207	105	1,0	7,3
1895	174	1991	236	88	1,0	13,7

L'application à nos deux grands instruments de l'éclairage électrique sous la forme commode et sûre actuelle, des courants fournis par la ville, remplaçant très avantageusement les courants trop faibles et inconstants des piles, employés jusqu'à présent, permettra désormais de faire aussi des observations plus fréquentes et exactes de déclinaisons à notre excellent cercle méridien; en obtenant ainsi la seconde coordonnée des astres, nos observations méridiennes pourront être utilisées dans l'avenir pour corriger les positions des étoiles fondamentales et les tables du Soleil. L'éclairage perfectionné facilitera également les observations au micromètre de position de notre lunette parallactique, et le fonctionnement de ce bel instrument sera surtout amélioré, lorsque je pourrai réaliser le projet de remplacer son mouvement d'horlogerie à poids trop faible et son régulateur insuffisant par un petit moteur électrique.

Les observations météorologiques ont été continuées régulièrement et sont publiées dans le recueil du Bureau central à Zurich, ainsi que sous forme abrégée dans les journaux de la ville. A la station de Chaumont, la nouvelle institutrice, M^{lle} Leuba, qui a succédé à M^{lle} Maire, finira par se familiariser complètement avec tous les instruments, de sorte qu'on pourra utiliser aussi les observations des températures extrêmes et du psychromètre qui laissent encore à désirer.

Pour compléter les renseignements sur l'activité scientifique de notre Observatoire et de son directeur, j'ajouterai d'abord un court résumé des travaux géodésiques suisses et internationaux. La Commission géodésique suisse, qui a siégé à l'Observatoire le

5 mai 1895 et qui vient d'y tenir sa 39^me séance le 17 mai dernier, poursuit activement les recherches importantes sur les déviations de la verticale ainsi que sur l'intensité de la pesanteur et ses perturbations; après avoir réduit au niveau de la mer les valeurs observées et avoir tenu compte de l'attraction des masses visibles environnantes, ces mesures permettent de tirer des conclusions probables au sujet de la structure des couches inférieures de l'écorce terrestre, ce qui est du plus haut intérêt pour la géologie et la physique du globe. Les nombreuses observations exécutées l'été dernier en 4 stations astronomiques et 8 stations de pendule ont parfaitement confirmé les faits constatés antérieurement dans notre région, sur le méridien de Neuchâtel, et ont révélé ici, comme dans le Tyrol et aux Montagnes Rocheuses, l'existence d'un vide relatif considérable sous la grande chaîne des Alpes. On a pu constater de nouveau que ce défaut des masses souterraines étend son effet plus fortement et plus loin du côté Nord que sur le versant Sud des Alpes. La Commission géodésique publiera à la fin de cette année dans le VII^e volume de ses mémoires, les principaux résultats de ces recherches.

Dans ce moment, l'ingénieur de la Commission fait les observations de pendule dans notre région, surtout dans les stations de Neuchâtel, Vaud et Berne, qui reçoivent le signal d'heure de notre Observatoire; en y comparant son chronomètre, il a l'heure suffisamment exacte, de sorte qu'il peut se dispenser de déterminer l'heure lui-même par des observations spéciales, ce qui réduit considérablement la somme de travail et de temps nécessaire pour la mesure de la pesan-

teur dans une station. — Les travaux supplémentaires du nivellement de précision se continuent, surtout dans la Suisse orientale, par les soins du Bureau topographique fédéral, qui y emploie notre ancien aide-astronome, M. Hilfiker. Les jonctions avec les réseaux d'Autriche et de Bavière ont montré presque partout un accord satisfaisant.

La destruction fâcheuse des repères de nivellement est heureusement, sinon arrêtée, du moins sensiblement diminuée, par suite de l'appel qu'on a fait aux Directions des Travaux publics et aux ingénieurs des cantons et communes.

Le projet d'un levé magnétique de la Suisse, dont j'ai fait mention déjà dans mon dernier rapport, a fait des progrès depuis lors, sans avoir encore abouti; les propositions que nous avons faites, d'accord avec la Commission météorologique, revenaient à exécuter d'abord le levé des deux premiers ordres dans 170 stations environ, travail qui pourrait s'exécuter en quelques années avec une dépense de 7000 francs environ. Par contre, on croyait possible et suffisant de rattacher ces observations de campagne de notre pays aux observatoires magnétiques des pays voisins (Paris, Nice, Rome, Vienne, Pola, Utrecht, Potsdam) afin d'utiliser leurs mesures absolues, les variations et perturbations pour réduire nos mesures relatives, ce qui dispenserait la Suisse de la création d'un observatoire magnétique permanent, par laquelle les frais de l'entreprise seraient augmentés considérablement. Mais, sur ce point, les circonstances ont un peu changé; non seulement l'Association géodésique internationale s'est refusée pour le moment à étendre

son activité aussi sur le domaine du magnétisme terrestre, ce qui aurait facilité la jonction du réseau suisse aux pays voisins, mais la création d'un observatoire magnétique à Munich, qui était décidée et auquel nous avions surtout compté de nous rattacher, a été renvoyée aux calendes grecques, par suite du refus des crédits nécessaires par la Chambre bavaoise. De sorte que des doutes nous sont venus sur la possibilité de se passer d'une station magnétique centrale suisse; j'étudie cette question encore actuellement avec mes collègues, MM. Riggenbach et Wild; de sa solution dans l'un ou l'autre sens dépendra la réalisation plus ou moins prochaine de tout le projet. La chance dont j'ai parlé l'année dernière, pour notre Observatoire, d'être choisi éventuellement pour l'installation d'une station magnétique centrale, a diminué malheureusement par suite des constructions considérables qu'on a élevées dans les vignes au Sud de l'Observatoire, malgré la servitude consentie par le propriétaire voisin, contre une indemnité assez forte payée par l'Etat, et qui l'obligeait de soumettre préalablement ses plans de construction à l'autorité cantonale. L'édifice érigé dans la vigne de M. Hirschy, sans entamer directement le plan méridien de l'Observatoire, y touche presque et ne manquera pas, par son voisinage immédiat et par la fumée de ses nombreuses cheminées, de compromettre nos observations près de l'horizon et surtout le pointage de la mire du Sud.

L'avenir de l'Association géodésique internationale et de son œuvre importante est assuré de nouveau pour dix ans par l'adoption d'une nouvelle convention géodésique internationale qui, après de longues

délibérations, a été votée à l'unanimité par la Conférence générale de Berlin, à laquelle le Conseil fédéral a bien voulu me déléguer pour représenter la Suisse. Cette nouvelle convention, tout en conservant les bases essentielles de l'organisation antérieure, a élargi notablement le programme de l'œuvre, en y comprenant surtout l'étude des mouvements de l'axe terrestre dans quatre observatoires internationaux à établir sous le même parallèle sur le contour de la Terre. Cette extension considérable des travaux internationaux impliquait naturellement une sensible augmentation correspondante du budget annuel, qui a rencontré d'abord quelques difficultés chez les représentants de plusieurs pays. Toutefois, le seul Etat dont les délégués à la Conférence s'étaient abstenus de voter sur ce point, l'Espagne a, depuis lors, envoyé la ratification de la nouvelle convention ainsi que l'engagement de verser annuellement sa part contributive.

Jusqu'à présent, les ratifications que nous avons sollicitées par circulaire du 19 février, nous sont parvenues de sept Etats, parmi lesquels se trouvent l'Empire d'Allemagne, qui remplacera désormais sept Etats allemands ayant fait, jusqu'à présent, partie de l'Association géodésique. Et, bien que dans plusieurs pays ces formalités administratives et constitutionnelles demandent beaucoup de temps, on peut espérer que tous les Etats de l'Association auront signifié leur adhésion jusqu'en automne, de sorte que la Commission permanente, qui se réunira probablement en octobre à Lugano, pourra transmettre ses pouvoirs régulièrement au nouveau bureau

quatre membres qui désormais dirigera les affaires de l'Association et dont je fais partie, puisque la Conférence de Berlin m'a confirmé dans les fonctions de secrétaire perpétuel de l'Association. — Je mentionne enfin que les réunions géodésiques internationales n'auront lieu désormais que tous les deux ou même trois ans.

Le premier volume des Comptes-rendus de la Conférence de Berlin, comprenant les procès-verbaux des séances, vient de paraître au commencement de mai, à Neuchâtel; le second volume, qui contiendra les nombreux rapports spéciaux et nationaux, est actuellement sous presse et pourra être distribué, j'espère, à la fin du mois. Ces rapports montrent des progrès très réjouissants de la géodésie dans la plupart des pays, de sorte que le moment approche où il deviendra possible de résumer cette masse énorme de travail accomplie pendant trente ans sur toute la Terre, sous l'impulsion de l'Association internationale, et d'en déduire les principaux éléments de la forme et des dimensions du géoïde terrestre, avec une précision inconnue jusqu'à présent.

L'autre Conférence internationale, celle des Poids et Mesures, à laquelle j'ai été également délégué par la Suisse, a été assemblée à Paris, ainsi que le Comité international, au mois de septembre 1895. Tous les pays faisant partie de la Convention du Mètre y ont été représentés. La Conférence a sanctionné l'équation déterminée par le Bureau international des Poids et Mesures du mètre prototype à traits délivré à la Roumanie, ainsi que les équations des Toises les plus importantes, représentant l'unité de longueur de l'an-

cien système des mesures françaises. Ces dernières relations, établies par le Bureau international aux soins minutieux qu'il apporte dans tous ses travaux, non seulement fixe avec toute l'exactitude possible le rattachement des mesures métriques modernes aux anciennes unités, mais rend surtout le plus grand service à la géodésie, en lui permettant de réduire avec précision à la même unité les bases mesurées dans de nombreux pays au moyen de différentes copies de la Toise du Pérou. Ensuite la Conférence a approuvé la détermination, par le Bureau international, de l'équation entre le mètre et le *Yard*, dont le bureau anglais des Poids et Mesures avait envoyé deux exemplaires normaux à Breteuil. Cette détermination, acceptée par le « Board of Standard » de l'Angleterre, facilitera et fera avancer l'adoption définitive et obligatoire du système métrique en Angleterre, où jusqu'à présent il n'est que facultatif et légal, comme c'est le cas aussi aux Etats-Unis. Et en effet, dans ces deux grands pays les Parlements ont déjà été ou vont être prochainement saisis de propositions de leurs gouvernements, ayant pour but de rendre obligatoire l'usage des Poids et Mesures métriques. Lorsqu'elles seront votées, comme c'est probable, on pourra alors considérer le mètre réellement comme l'unité générale des mesures du monde civilisé. Et ce ne sera pas le moindre mérite de la Convention du mètre et de ceux qui en ont eu l'initiative, d'avoir contribué pour beaucoup à ce grand progrès.

La Conférence a enfin approuvé la décision prise par le Comité international, de considérer comme témoin naturel du prototype du mètre sa relation a

les longueurs d'ondes lumineuses, telle qu'elle a été déterminée par M. Michelson au Bureau international, et publiée dans le tome XI des Travaux et Mémoires du Bureau.

L'autre opération fondamentale, qui doit fournir un témoin naturel pour le prototype du kilogramme, en déterminant sa relation avec le poids d'un décimètre cube d'eau, a fait également des progrès considérables pendant la dernière année. Les mesures du volume des corps réguliers dont il s'agit de déterminer le poids dans l'air et dans l'eau sont presque terminées.

Les frais considérables de ces mesures compliquées seront couverts par les ressources extraordinaires, fournies par la rentrée des contributions arriérées de la Turquie; comme cette ressource a suffi en outre à payer le reste de ce qu'on devait au Gouvernement français pour l'avance des fonds en faveur de la construction des prototypes et témoins internationaux, et qu'elle permet même d'y puiser le capital initial pour la création d'un fonds de réserve, décidée par la Conférence pour assurer le fonctionnement régulier du Bureau international, il a été possible de renoncer à faire verser par les Etats contractants la contribution extraordinaire de 65000 fr. votée par le Comité international dans la session de 1894. De sorte que les parts contributives des Etats contractants sont restées pour les exercices de 1896 et 1897 les mêmes qu'en 1895.

Enfin la Conférence a procédé au renouvellement partiel du Comité international prévu par la Convention et au remplacement des deux membres qui avaient donné leur démission, de sorte que le Comité se trouve

de nouveau composé du nombre de 14 membres fixé par la Convention.

Je mets sous les yeux de la Commission les procès-verbaux de la dernière session du Comité international; ceux de la Conférence générale de 1895 vont paraître dans le courant de cet été.

Revenant à l'Observatoire, je donne encore quelques renseignements sur le développement de notre bibliothèque. D'après la liste, que j'ai l'habitude de joindre à ce rapport, les ouvrages reçus en don ou en échange pendant cette année sont au nombre de 82. En outre, 17 ouvrages ont été achetés et nous avons continué l'abonnement aux 8 revues ou journaux scientifiques, de sorte que l'augmentation de la bibliothèque se traduit en 1895 par 107 ouvrages.

Je suis heureux de pouvoir terminer ce rapport de nouveau par le témoignage de mon entière satisfaction pour le personnel de l'Observatoire. Monsieur le Dr Arndt — car notre aide-astronome a fait à la fin de l'année son doctorat à l'Université de Berlin — continue à vouer consciencieusement tous ses soins aux travaux d'observations et de calculs dans lesquels il a acquis une grande expérience et une sûreté remarquable. Depuis l'année dernière, il donne avec succès à l'Ecole d'horlogerie de Neuchâtel un cours sur la détermination astronomique de l'heure. Il a communiqué à la Société des sciences de Neuchâtel un savant travail sur le « Calcul des forces perturbatrices dans la théorie des perturbations séculaires. »

Monsieur Studer fait non seulement avec une grande régularité son service de concierge et de commissionnaire de l'observatoire — comme tel il soigne par

exemple parfaitement l'emballage et l'expédition des chronomètres, — mais il a appris à maintenir en bon état nos nombreuses piles électriques, et il fait avec une scrupuleuse régularité les observations météorologiques, dont il exécute également — ainsi que pour celles de Chaumont — une grande partie des calculs de réduction. Enfin, il s'est fait parfaitement au métier de jardinier.

Neuchâtel, le 13 juin 1896.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal,
D^r Ad. HIRSCH.

ANNEXE

Liste des publications et ouvrages reçus en don
ou en échange par la Bibliothèque de l'Ob-
servatoire cantonal, en 1895.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina, tomo
XXXVII, Buenos-Aires, 1894.

Annuaire pour l'an 1896, publié par la société belge
d'astronomie. Bruxelles, 1896.

Annalen der Schweiz. meteorol. Centralstation, für
1893. Zurich.

Archives des sciences physiques et naturelles, tome
XXXI. Genève, 1895.

*Arndt, L. Recherches sur le calcul des forces pertur-
batrices dans la théorie des perturbations séculaires.*
Ext. du Bull. de la Soc. des Sc. nat. de Neuchâtel,
tome XXIV.

Association géodésique internationale. Comptes-rendus
de Innsbruck en 1894, rédigés par A. Hirsch. Neu-
châtel, 1895.

Astronomische Mittheilungen, herausgegeben von A.
Wolfers.

*Besançon, observatoire. Huitième et neuvième bulletins
météorologiques*, publiés par M. Gruy. Besançon,
1895.

*Besançon, observatoire. Septième bulletin chronomé-
trique*, publié par M. Gruy. Besançon, 1895.

*Bonn, k. Sternwarte. Veröffentlichungen, Beobach-
tung von Nebelflecken.* Bonn, 1895.

Boys, C. V. On the Newtonian Constant of Gravitation. London, 1895.

Bruxelles, Bulletin de la société belge d'astronomie. Bruxelles, 1896.

Bureau international des Poids et Mesures. Travaux et Mémoires, tome XI. Paris, 1895.

Campidoglio osservatorio. Catalogo delle ascensioni rette medie pel 1890 o di 2438 stelle.

Columbia College Observatory. Contributions. The parallax of β Cassiopeie by H. Davis. New-York, 1895.

Columbia College Observatory, Contributions. Declination and proper motion of 56 stars by H. Davis. New-York, 1895.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances de 1894, rédigés par A. Hirsch. Paris, 1895.

Comité international perm. pour l'exécution fotogr. de la carte du ciel, Bulletin, tome II, troisième fascicule. Paris, 1894.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für 1894. Meteorologische Beobachtungen in Württemberg. Stuttgart, 1895.

Döllen, W. Ephémérides des étoiles pour 1896.

Ephémérides des étoiles lunaires pour 1896, par Lœwy, Bureau des longitudes. Paris, 1894.

Genève, observatoire. Rapport du Directeur sur le concours de réglage des chronomètres pendant l'année 1894.

Glasenapp, Mesures micrométriques d'étoiles doubles. St-Petersbourg, 1895.

- Grossmann, Herm. Leçons d'horlogerie théorique, cah. 8-13. Neuchâtel, 1895.*
- Hamburg, Sternwarte, Mittheilungen N° 1. Rümker, Positionsbestimmungen von Nebelflecken und Sternhaufen.*
- Hamburg, Sternwarte, Mittheilungen N° 2. Stechert, Bahnbestimmungen des Planeten Tyche.*
- Hamburg, Deutsche Seewarte. Das Marinechronometer und seine Verwendung von Stechert. Hamburg, 1894.*
- Harvard College Observatory: Observations of the New-England Weather Service in the year 1893.*
- Harvard College Observatory, Annals: Investigations in Astronomical Photography by Pickering. Cambridge Mass., 1895.*
- Harvard College Observatory, Annals: Journal of the zone-observations. Waterwille, 1894.*
- Harvard College Observatory: Meteorological observations in the years 1893 and 1894.*
- Jacottet, Ch. Ueber die allgemeine Reihenentwicklung der Potentialfunction. Göttingen, 1895.*
- Indian meteorological memoirs: Occasional discussion and compilations of meteorol. data relating to India. Vol. VII, part. 1-4. Vol. VIII, part. 1. Simla, 1895.*
- Kis Kartal observatorium. A Kis-Kartali Csillagda Tevékenysége 1893 october-től 1895 octoberig. Budapest, 1895.*
- Klossowsky, A. Distribution annuelle des orages à la surface du globe terrestre.*
- Klossowsky, A. Organisation de l'étude climatérique spéciale de la Russie.*

- Lick observatory: Publications.* Vol. III. 1894.
- Lick observatory: Report of the total eclipse of the sun April 1893 by Schæberle.* Sacramento, 1895.
- Lick observatory: Meteors and sunsets in 1893-94.* Sacramento, 1895.
- London. Weekly weather reports, issued by the meteorol. office.*
- London. Meteorological council: Hourly means of the readings obtained from the selfrecording instruments.* 1894.
- London. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.* Vol. LV. 1895.
- Madras, observatory: Results of observations of the fixed stars made with the meridian cercle in the years 1883-87.* Madras 1894.
- Madrid, observatorio: Resumen de las observaciones meteorológicas durante los años 1891 y 92.* Madrid, 1895.
- Marcuse. A. Vergleichung der beiden gleichzeitig in Honolulu 1891-92 ausgeführten Beobachtungsreihen zur Bestimmung der Breitenvariation.*
- Memorie della Società degli spettroscopisti italiani.* Vol. XXIV. Roma, 1895.
- Milano, osservatorio di Brera: Riassunte delle osservazioni meteorologiche eseguite nell' anno 1894.* Milano, 1895.
- Milano, osservatorio di Brera: Sulla teoria dei cicloni, ricerche di L. de Marchi.* Milano, 1893.
- Neuchâtel, République et canton: Rapports du Conseil d'Etat au Grand Conseil sur la gestion et l'exécution des lois pendant l'année 1894.* Neuchâtel, 1895.
- Neuchâtel, Observatoire cantonal: Rapport du Direc-*

teur de l'observatoire sur le concours des chronomètres pendant 1895.

Neuchâtel. *Bulletin de la Société des sciences naturelles*, tome XXIII. Neuchâtel, 1895.

Newcomb, S. *The elements of the four inner planets*. Washington, 1895.

New-South Wales. *Results of rain, river and evaporation observations during 1893* by H.-C. Russell.

Nice, observatoire: *Annales*. Tomes IV. et V. Paris, 1895.

Norwegische Commission der Europ. Gradmessung: *Resultate der im Jahre 1894 ausgeführten Pendelbeobachtungen von Schiötz*. 1895.

Norwegisches Meteorol. Institut. *Jahrbuch für 1892*, herausgeg. von Mohn. Christiania, 1894.

Oesterreichisches Gradmessungs-Bureau. *Astron. Arbeiten ausgeführt unter Leitung von Th. v. Oppolzer*. Band VI et VII. Längenbestimmungen.

Oesterreichisches Kriegs-Ministerium. *Relative Schwerkbestimmungen durch Pendelbeobachtungen in den Jahren 1892-94*. Wien, 1895.

Paris, Ministère de l'instruction publique: *Rapport sur les observatoires astron. de province*, année 1893.

Paris, Académie des sciences. *Sur les photographies de la Lune* par Lœwy et Puiseux.

Paris, observatoire. *Rapport annuel du directeur pour l'année 1894*.

Petersburg, Physical. Central-Observatorium, *Annalen*, Jahrgang 1893. Theil I et II. Petersburg, 1894.

Petersburg, K. Academie der Wissenschaften. *Der jährliche Gang und die Vertheilung der Feuchtig-*

- keit der Luft in Russland während 1871-90 von A. Kamisky, Petersburg, 1894.*
- Pola, Sternwarte. Meteorolog. und magnetische Beobachtungen.*
- Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium. Publicationen herausgegeben von H.-C Vogel. 7. Bd. II. Th., X. Bd. Potsdam, 1895.*
- Poynting, H. The mean density of the Earth.*
- Prag, Sternwarte. Magnetische und meteorol. Beobachtungen im Jahre 1894.*
- Preuss. Geodätisches Institut, Veröffentlichungen. Zenithdistanzen zur Bestimmung der Höhenlage der Nordsee-Inseln Helgoland, Neuwerk und Wangeroog. Berlin, 1895.*
- Preuss. Geod. Institut, Veröffentlichungen. Telegraphische Längenbestimmungen in den Jahren 1890-93 Berlin, 1895.*
- Preuss. Geod. Institut. Jahresbericht des Directors für 1894-95.*
- Puebla, observatorio meteorologico del Colegio del Estado de Puebla. Observaciones.*
- Quito. Boletin del observatorio astronomico, 1895.*
- Russland. Beobachtungen der russischen Polarstation an der Lena-Mündung, 1882-84.*
- Stockholm, observatorium, Publications. Sur la transformation des agrégats périodiques par H. Gylden.*
- Stockholm, observatorium, Publications. Table des perturbations du premier ordre des petites planètes, par H. Masal.*
- Stockholm, observatorium, Publications. Observations faites au cercle méridien en 1879 et 1880, cah. 1 et 2.*

- Sydney. Meteorological Observations* in 1895.
- Tacubaya. Anuario del observatorio astronomico nacional* 1895. Mexico, 1895.
- Tacubaya. Boletin del Observatorio astronomico nacional.* Mexico, 1895.
- United States coast and geodetic Survey, Report* 1893, part. 2. Washington.
- Washburn, observatory, Publications.* Vol. VII, part. 2
- Wild, H. Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der Academie der Wissenschaften.* St-Petersburg, 1894.
- Zeitschrift für Schweizer. Statistik.* 31. Jahrgang. Bern, 1895.



RAPPORT DU DIRECTEUR
DE
L'OBSERVATOIRE CANTONAL
DE NEUCHÂTEL
AU
Département de l'Industrie et de l'Agriculture
SUR LE
CONCOURS DES CHRONOMÈTRES
OBSERVÉS
PENDANT L'ANNÉE 1895



LA CHAUX-DE-FONDS
E. SAUSER IMPRIMERIE HORLOGÈRE
1896

RAPPORT

SUR LE

CONCOURS DES CHRONOMÈTRES

OBSERVÉS EN 1895

A
L'OBSERVATOIRE DE NEUCHÂTEL

MONSIEUR LE CONSEILLER D'ÉTAT

Le caractère périodique, montré par l'industrie horlogère dans ses alternances de crises et de reprises, à un degré plus prononcé que par telle autre grande industrie, se reconnaît aussi dans une certaine mesure pour l'horlogerie de précision. Si, dans les dernières années, nous avons eu le regret de devoir constater une certaine diminution de quantité et de qualité des chronomètres présentés à l'observatoire de Neuchâtel, cette fois nous avons la satisfaction de pouvoir signaler une amélioration très sensible sous presque tous les rapports, ainsi que le Conseil d'Etat et le public intéressé pourront s'en convaincre par la revue systématique à laquelle je vais, comme d'habitude, sou-

mettre les différents éléments du concours de l'année dernière, en les résumant dans des tableaux comparatifs.

Tout d'abord le nombre des chronomètres qui ont pris part au concours s'est accru considérablement par rapport à celui des dernières années; au lieu de 269 et 247, il est revenu au chiffre de 306, comme en 1891; ce n'est pas encore le grand chiffre des années d'exposition, comme en 1889, mais c'est une augmentation de 19 %; et le progrès est encore plus visible dans le nombre des chronomètres qui ont reçu des bulletins de marche, car il monte à 255, ce qui représente 27 % d'augmentation par rapport aux années précédentes. Le tableau suivant :

ANNÉES	Chronomètres présentés	Bulletins délivrés	Chronomètres renvoyés sans bulletin
1880	170	134	21 %
1881	270	228	16
1882	306	234	23
1883	503	383	24
1884	343	269	22
1885	459	326	29
1886	324	237	27
1887	341	238	30
1888	346	262	24
1889	471	335	29
1890	290	201	31
1891	306	213	30
1892	300	219	27
1893	269	206	23
1894	247	194	21
1895	306	255	17

fait voir ces fluctuations, et on y remarque surtout que le déchet pour ainsi dire des chronomètres, c'est-à-dire le nombre de ceux qui ont été renvoyés sans bulletin, est le plus faible constaté depuis 1882, n'atteignant que le 17 % du nombre total.

En examinant de près les raisons pour lesquelles les 51 pièces ont échoué, on trouve :

- 20 chronomètres dont la variation diurne a dépassé la limite de $\pm 2^s$.
- | | | |
|----|---|--|
| 7 | » | qui n'étaient pas réglés suffisamment au temps moyen, leur marche diurne dépassant 10^s . |
| 1 | » | dont la compensation était insuffisante ($> 0^s,5$). |
| 2 | » | qui se sont arrêtés pendant les observations sans cause connue. |
| 3 | » | dont les bulletins de 6 semaines ont été remplacés par d'autres, après que le fabricant eut fait améliorer leur réglage. |
| 18 | » | qui ont été retirés par les fabricants avant la fin de l'épreuve. |

51 Total.

On voit ainsi que 21 de ces chronomètres ayant été retirés par leurs fabricants parce qu'ils n'étaient pas satisfaits eux-mêmes de leur marche, il ne reste en réalité que 30 pièces qui ont dû être retournées, parce qu'elles avaient dépassé l'une ou l'autre des limites fixées par le règlement pour le réglage. C'est encore trop, si l'on songe que tous les centres d'horlogerie quelque peu importants reçoivent le signal

d'heure de l'observatoire, ce qui permet aux régulateurs et aux fabricants de se rendre compte des résultats obtenus par le réglage, avant d'envoyer les chronomètres à l'observatoire.

En groupant les chronomètres d'après les lieux de provenance, le tableau suivant montre qu'à quelques pièces près La Chaux-de-Fonds et Le Locle en ont envoyé le même nombre (98 et 95), chacun environ un tiers du nombre total et qu'après eux vient Neuchâtel avec 12 %. On y remarquera aussi que la proportion des pièces venues d'autres cantons est plus forte cette fois, allant jusqu'à 16,7 %, grâce surtout aux 35 chronomètres envoyés par une maison de Schaffhouse.

<i>La Chaux-de-Fonds</i>	a envoyé	98	chronom.	=	32,0
<i>Le Locle</i>	»	95	»	=	31,0
<i>Neuchâtel</i>	»	37	»	=	12,1
<i>Les Brenets</i>	»	17	»	=	5,6
<i>Fleurier</i>	»	6	»	=	2,0
<i>Les Ponts</i>	»	2	»	=	0,6
Canton de Neuchâtel					255 chronom. = 83,3
<i>Schaffhouse</i>	a envoyé	35	chronom.	=	11,4%
<i>Bienne</i>	»	13	»	=	4,3 »
<i>St-Imier</i>	»	3	»	=	1,0 »
Autres cantons					51 chronom. = 16,7
TOTAL					306 chronom. = 100 %

Pour compléter cette statistique quantitative, il faut encore indiquer la répartition des bulletins délivrés parmi les quatre classes de montres :

CLASSES	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	
<i>A. Chronomètres de marine</i>	12	5	10	6	7	10	6	4	1,6 ⁰ / ₀
<i>B. Chronomètres de poche observés pendant 6 semaines, en 5 positions</i>	42	54	39	19	26	20	19	27	10,6 ⁰ / ₀
<i>C. Chronomètres de poche observés pendant 1 mois, en 2 positions</i>	61	93	64	66	65	83	78	63	24,7 ⁰ / ₀
<i>D. Chronomètres de poche observés pendant 15 jours, à plat, à la température ambiante .</i>	147	183	88	122	121	93	91	161	63,1 ⁰ / ₀
Total . . .	262	335	201	213	219	206	194	255	

La diminution du nombre de chronomètres de marine n'est qu'apparente, car à côté des 4 montres marines qui ont pris part au concours de Neuchâtel, le même fabricant a fait observer cinq chronomètres pendant 4 mois, suivant un programme assez compliqué, pareil à celui de la marine française qui comprend des expériences spéciales sur l'isochronisme (en désarmant le ressort pendant un certain temps) et sur l'influence de l'inclinaison. Nous rendrons peut-être compte, dans une nouvelle notice spéciale, des beaux résultats obtenus par ces chronomètres de marine.

Parmi les chronomètres de poche, ceux de la classe B, qui subissent les épreuves les plus complètes, ont augmenté jusqu'à 27, tandis que le nombre des montres de la classe C a diminué (63); mais ce qui est surtout regrettable, c'est le grand nombre de montres (161)

pour lesquelles leurs fabricants ne demandent qu'une épreuve de 15 jours, qui n'est certes pas suffisante pour un véritable chronomètre, tout en ayant de la valeur pour une bonne montre ou pour une pièce compliquée.

- C'est à la demande réitérée des fabricants eux-mêmes que l'Etat s'est décidé, dans le temps, à introduire cette épreuve moins serrée, destinée à un genre d'horlogerie qui occupe, sans doute, une place importante dans notre production ; mais on ne prévoyait pas qu'on s'en servirait à ce point pour les chronomètres proprement dits, moins en raison de la taxe qui est faible à payer que pour économiser une quinzaine de jours. Il paraît qu'une des principales communes du pays aurait l'intention d'organiser auprès de l'école d'horlogerie un bureau d'observation de montres qui délivrerait une espèce de certificat de marche. Une pareille entreprise était destinée à la bonne horlogerie civile, elle pourrait rendre de réels services et l'Observatoire se verrait ainsi déchargé d'un certain nombre de pièces de la classe D. Si, par contre, on veut donner suite à l'idée malheureuse de soumettre toutes ces montres aux épreuves complètes que les chronomètres de la classe B subissent à l'Observatoire, c'est-à-dire les observer dans 5 positions, à l'étuve et au glacière, et tout cela dans 18 jours, ce qui est une simple impossibilité, loin de rendre service à la bonne horlogerie, on ne parviendrait qu'à faire comprendre à tout le monde la grande différence qui existe entre une bonne montre civile et un chronomètre, et les premières ne comportent, ni par leur construct

ni par leur prix, un réglage de précision, et, par le caractère nécessairement peu sérieux de tels certificats, on risquerait de déconsidérer par ricochet aussi la véritable horlogerie de précision de notre pays et les bulletins de marche qui constatent le degré de perfection de leur réglage.

Revenant de cette excursion, à laquelle nous avons été conduits par le grand nombre des montres de la classe D, à l'examen de la qualité des différents genres de chronomètres au point de vue des principaux éléments de réglage, nous devons d'abord constater que les montres marines neuchâtelaises continuent à compter parmi les meilleurs instruments de ce genre.

En effet, en comparant les résultats des neuf dernières années, dans le tableau suivant :

Chronomètres de marine	Variation diurne moyenne	Variation pour 1°	Différence de marche entre les semaines extrêmes
1887	$\pm 0^s,17$	$\pm 0^s,086$	1 ^s ,75
1888	0 ,15	0 ,042	0 ,84
1889	0 ,14	0 ,032	0 ,72
1890	0 ,12	0 ,059	0 ,75
1891	0 ,12 ₅	0 ,030	0 ,67
1892	0 ,14	0 ,047	0 ,80
1893	0 ,13	0 ,028	0 ,70
1894	0 ,13	0 ,035	0 ,34 ₅
1895	0 ,12	0 ,048	0 ,43 ₅

on reconnaît que l'élément principal, la variation diurne ($\pm 0^s,12$) atteint la valeur des meilleures années précédentes, que la variation par degré de température ($0^s,048$), quoique un peu plus forte qu'en 1893 et 1894,

est encore assez faible et que ces excellents chronomètres n'ont changé leur marche, au bout de deux mois, que de moins d'une demi-seconde.

Nous passons aux chronomètres de poche, et en examinant, pour eux aussi, d'abord la variation diurne, on reconnaît avec satisfaction que, si dans le dernier exercice, ils ne sont pas encore revenus aux meilleures années, il y a cependant une amélioration sensible pour la moyenne générale ($\pm 0^s,56$) par rapport à l'année précédente. Le rapprochement suivant fait voir en outre que c'est encore la classe D qui contribue à élever d'une manière fâcheuse la variation diurne; pour les trois autres, la moyenne ne serait que $0^s,52$.

Classes	1895	1894	1893	1892	1891	1890	1889	1888	1887
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
A	0 ^s ,12	0 ^s ,13	0 ^s ,13	0 ^s ,14	0 ^s ,12 ₅	0 ^s ,12	0 ^s ,14	0 ^s ,15	0 ^s ,17
B	0,48	0,50	0,49	0,52 ₅	0,44	0,50	0,54	0,49	0,49
C	0,56	0,62	0,56	0,55	0,56	0,53	0,50	0,47	0,51
D	0,59	0,66	0,64	0,49	0,62	0,58	0,59	0,55	0,55
TOTAL	0 ^s ,56	0 ^s ,61	0 ^s ,57	0 ^s ,50	0 ^s ,57	0 ^s ,53	0 ^s ,55	0 ^s ,50 ₅	0 ^s ,52

Toutefois nous croyons devoir recommander de nouveau aux fabricants et aux régleurs du pays, de continuer avec persistance leurs efforts, afin de ramener cet élément caractéristique à la demi-seconde que la moyenne générale a atteinte dans plusieurs années.

Résumons maintenant l'influence des principaux organes de la montre et de leur différents genres sur

la régularité de la marche. En premier lieu les échappements, qui contiennent cette fois une nouvelle espèce, appelée par son inventeur échappement à « carrousel ancre » et qui, autant qu'on en peut juger d'après les trois chronomètres qui en ont été munis, paraît vouloir donner des résultats satisfaisants ; car on voit par le tableau suivant :

226 chron.	à ancre	=	88,6%	ont donné la variation moyenne de	+ 0 ^s ,57
17 »	à bascule	=	6,7 » » » »		+ 0,60
5 »	à ressort	=	1,9 » » » »		+ 0,21
4 »	à tourbillon	=	1,6 » » » »		+ 0,55 ₅
3 »	à carrousel ancre	=	1,2 » » » »		+ 0,43
255 chronomètres	ont donné la variation moyenne de				+ 0 ^s ,56

que sa variation moyenne (0^s,43) est plus faible que pour les autres échappements sauf pour celui à ressort ; mais cette dernière est due uniquement aux chronomètres de marine, car la seule montre de poche, munie de cet échappement, a eu une variation diurne de + 0^s,58. Il est à remarquer que l'échappement à tourbillon, qui depuis tant d'années a donné de si brillants résultats, ne dépasse pas cette fois la moyenne. Espérons que ce n'est qu'un accident passager. Enfin, cette année encore, l'échappement à bascule a donné un résultat inférieur à celui de l'échappement à ancre. Vu l'importance de la valeur relative des différents genres d'échappements, nous donnons suivant l'habitude le grand tableau comparatif qui comprend maintenant 34 ans et un total de 6510 chronomètres :

Variation diurne d'après le genre de l'échappement.

ANNÉES	ÉCHAPPEMENTS à					Moyen de l'ann
	Ancre	Bascule	Ressort	Tourbillon	Carrousel	
1862	1s,51	1s,80	1s,02	2s,30		1s,6
1863	1,39	1,28	1,37	0,64		1,3
1864	1,14	1,47	1,17	0,66		1,3
1865	0,89	1,01	0,70	0,42		0,8
1866	0,67	0,73	1,01	0,35		0,7
1867	0,70	0,61	0,74	0,52		0,6
1868	0,57	0,56	0,66	0,29		0,5
1869	0,61	0,58	0,60	0,55		0,6
1870	0,53	0,62	0,52	0,40		0,5
1871	0,56	0,53	0,47	0,56		0,5
1872	0,53	0,46	0,54	0,58		0,5
1873	0,62	0,63	0,56	0,72		0,6
1874	0,54	0,52	0,48	0,60		0,5
1875	0,46	0,47	0,17	0,49		0,4
1876	0,54	0,53	0,53	0,24		0,5
1877	0,51	0,59	0,25	0,52		0,5
1878	0,62	0,56	0,32	0,58		0,6
1879	0,66	0,59	0,22	0,35		0,6
1880	0,50	0,51	0,28	—		0,4
1881	0,53	0,55	0,25	0,38		0,5
1882	0,52	0,66	0,78	0,43		0,5
1883	0,56	0,50	0,43	0,35		0,5
1884	0,60	0,55	0,21	0,33		0,6
1885	0,57	0,57	0,38	0,39		0,5
1886	0,51	0,51	0,22	0,29		0,5
1887	0,52	0,57	0,33	0,32		0,5
1888	0,52	0,54	0,20	0,42		0,5
1889	0,55	0,58	0,26	0,42		0,5
1890	0,53	0,57	0,16	0,48		0,5
1891	0,57	0,63	0,21	0,38		0,5
1892	0,50	0,57	0,24	0,35		0,5
1893	0,58	0,69	0,19	0,33		0,5
1894	0,60	0,77	0,33	0,34		0,6
1895	0,57	0,60	0,21	0,55 ₅	0s,43	0,5
Variation moyenne des 34 ans (1862-1895) . .	0s,565	0s,632	0s,471	0s,529	0s,430	0s,5
donné par le nombre de chronomètres	4663	1395	303	146	3	651

Pour l'autre organe essentiel de la montre, le spiral, on reconnaît de nouveau, dans les chronomètres de 1895, l'immense service que la belle découverte théorique de Phillips a rendu à la chronométrie; car le tableau comparatif montre cette fois encore une variation sensiblement plus faible (0^s,55) chez les montres munies d'un spiral Phillips que pour les autres (0^s,63); aussi le nombre des premières devient de plus en plus considérable; en 1895, 91^o/_o des chronomètres possédaient un spiral Phillips.

Variation diurne moyenne d'après le genre de spiral.

GENRE DE SPIRAL	En 1895		De 1871 à 1895	
	Variation diurne	Donnée par chron.	Variation diurne	Donnée par chron.
Spiral plat à courbe terminale Phillips	±0 ^s ,57	210	±0 ^s ,58	3616
Spiral plat à deux courbes terminales Phillips	0 ,43 ₅	11	0 ,49	463
Spiral cylindrique à courbe Phillips	0 ,66	3	0 ,48	260
Spiral cylindr. à 2 courbes Phillips	0 ,33	7	0 ,27	73
Moyenne des spiraux Phillips	0 ,55 ₅	231	0 ,55 ₆	4412
Spiral Breguet	0 ,61	20	0 ,58 ₅	796
Spiral cylindrique ordinaire	0 ,78	4	0 ,60	474
Spiral sphérique	—	—	0 ,52	70
Moyenne des spir. ordinaires	0 ,63	24	0 ,58 ₆	1340
Moyenne générale . .	±0 ^s ,56	255	±0 ^s ,56 ₄	5752

Le premier rang pour la variation diurne appartient en 1895, comme pour la moyenne des 25 ans, au spiral cylindrique à deux courbes Phillips et le second au spiral plat à deux courbes. Cette supériorité de la

double courbe ne se montre pas cette fois dans réglage des positions, ce qui peut s'expliquer par petit nombre (7) de pièces portant ces spiraux.

Tableau des quatre variations de position (Classe B).

GENRE DE SPIRAL	Nombre de chronom.	VARIATION du				SOMME des quatre variations
		plat au pendu	pendant en haut au pendant à gauche	pendant en haut au pendant à droite	cadran en haut au cadran en bas	
Spiral plat à une courbe terminale Phillips	20	$\pm 1^s,64$	$\pm 2^s,05$	$\pm 1^s,69$	$\pm 1^s,45$	$\pm 6^s,83$
Spiral plat à deux courbes Phillips	7	1,15	2,19	1,78	2,05	7,17
Moyenne de l'année 1895	27	1,52	2,09	1,71	1,60	6,92
Moyenne de l'année 1894	19	1,97	1,21	2,12	1,61	6,91
Moyenne de l'année 1893	20	1,49	1,72	1,58	1,84	6,63
Moyenne de l'année 1892	26	1,61	2,48	2,61	1,44	8,14
Moyenne de l'année 1891	19	1,38	1,78	1,32	1,65	6,13
Moyenne de l'année 1890	39	1,66	2,91	2,90	1,37	8,84

Les chronomètres de la classe C, pour lesquels on ne détermine que la variation du plat au pendu, celle-ci est bien plus faible ($\pm 1^s,68$) que précédemment, ce qui constitue un sérieux progrès.

Enfin, l'emploi des spiraux en palladium tend encore à augmenter; nous en avons trouvé chez 22 pièces

cette fois, au lieu de 16 les années précédentes ; aussi il faut reconnaître que les variations diurnes de ces chronomètres restent sensiblement au-dessous de la moyenne, non-seulement pour les montres marines ($\pm 0^s,12$) mais aussi pour les 18 chronomètres de poche, dont la variation moyenne est de $\pm 0^s,52$.

La compensation des chronomètres, qui constitue une des branches essentielles du réglage de précision, a fait de nouveaux progrès, du moins quant à la variation par degré entre les températures extrêmes ; car si pour pouvoir faire la comparaison avec le passé, on fait abstraction des chronomètres pour lesquels l'écart de proportionnalité de marche pour les températures moyennes dépasse 2^s , la variation pour 1° de température n'est que de $0^s,07$, c'est-à-dire la plus faible que nous ayons encore pu constater depuis 1864. Il est vrai de dire que le nombre de ces montres, dont nous avons désigné autrefois la compensation comme « indéterminée », est cette fois encore de 40, ce qui fait de nouveau 43% du total, et que l'écart moyen de proportionnalité pour les températures moyennes est encore $2^s,1$, ce qui est certainement trop fort ; de sorte que pour le total des 94 chronomètres, dont la compensation a été étudiée, le coefficient de température monte à $\pm 0^s,096$ (c'était $0^s,11$ l'année dernière). Les régleurs ne pourront diminuer ce défaut qu'en basant leurs opérations au moins sur 3 températures, au lieu de se borner à essayer les chronomètres à la glace et à l'étauve.

Il est intéressant de constater que cette fois encore

la majorité des chronomètres étaient surcompensés car

pour 52 chronomètres,	le signe du coefficient de température est	—
» 37	»	»
» 5	»	le coefficient est 0.

Un autre détail doit être encore recommandé à l'attention des fabricants, savoir de tâcher que les chronomètres reviennent, après les épreuves thermiques aussi près que possible à la marche antérieure. La différence a été pour les pièces de cette année de 1^s, c'est-à-dire presque le double de la variation moyenne. Comme il s'agit là probablement d'un défaut moléculaire des lames métalliques du balancier, on ne pourra s'en rendre maître qu'en employant les meilleurs matériaux et en les faisant passer assez souvent par des températures extrêmes.

Enfin, la constance de la marche avec le temps est restée à peu près la même ; car d'un côté les chronomètres des classes A et B ont montré pour la différence de marche pendant la première et la dernière semaine 0^s,96 (au lieu de 0^s,87 en 1894 et 1^s,24 en 1892), et d'autre part la différence moyenne entre la plus grande et la plus faible marche diurne, observée pendant toutes les épreuves, est pour tous les chronomètres seulement de 4^s,48, tandis qu'en 1892 nous trouvions 5^s,16 et en 1892 même 6^s,55.

Comme d'habitude, nous terminons cette statistique par le tableau général des variations principales observées pendant 32 ans :

Variations moyennes.

ANNÉES	Diurnes	Du plat au pendu	Somme des quatre variations de position	Pour un degré de température
	+	+	+	+
1864 . . .	1 ^s ,27	8 ^s ,21		0 ^s ,48
1865 . . .	0,88	6,18		0,35
1866 . . .	0,74	3,56		0,36
1867 . . .	0,76	3,57		0,16
1868 . . .	0,57	2,44		0,15
1869 . . .	0,60	2,43		0,14
1870 . . .	0,54	2,37		0,14
1871 . . .	0,55	1,90		0,13
1872 . . .	0,52	1,99		0,15
1873 . . .	0,62	2,59	10 ^s ,03	0,15
1874 . . .	0,53	2,27	7,42	0,15
1875 . . .	0,46	1,97	8,12	0,13
1876 . . .	0,53	2,16	8,15	0,12
1877 . . .	0,51	1,98	6,54	0,11
1878 . . .	0,60	2,10	8,36	0,10
1879 . . .	0,61	1,90	7,86	0,11
1880 . . .	0,49	1,75	7,64	0,11
1881 . . .	0,52	1,86	9,18	0,13
1882 . . .	0,55	2,08	8,87	0,11
1883 . . .	0,54	1,83	10,17	0,12
1884 . . .	0,58	1,88	6,82	0,12
1885 . . .	0,57	2,45	9,18	0,14
1886 . . .	0,50	1,96	7,91	0,13
1887 . . .	0,52	2,24	8,84	0,12
1888 . . .	0,50 ⁵	2,18	9,61	0,09
1889 . . .	0,55	2,19	9,42	0,12
1890 . . .	0,53	2,19	8,84	0,09
1891 . . .	0,57	1,90	6,13	0,10
1892 . . .	0,50	1,80	8,14	0,08 ⁵
1893 . . .	0,57	1,88	6,63	0,08
1894 . . .	0,61	2,27	6,91	0,08
1895 . . .	0,56	1,63	6,92	0,07

DISTRIBUTION DES PRIX

C'est la première fois que le concours des chronomètres est régi par le nouveau règlement, édicté par le Conseil d'Etat le 15 janvier 1895, qui a modifié l'ancien essentiellement sur les trois points suivants :

1° D'attribuer le prix général au fabricant dont les douze meilleurs chronomètres de poche, des classes B et C, présentés pendant l'année, auront montré la plus faible moyenne générale de la variation diurne (voir art. 7), tandis qu'autrefois les montres marines concouraient également pour ce prix.

2° D'instituer un nouveau prix de 200 francs pour les chronomètres de marine, à côté de l'ancien prix de 150 fr., accordé aux meilleurs chronomètres de cette catégorie (voir art. 6).

3° De récompenser le réglage des neuf pièces couronnées des classes A, B et C, par des prix échelonnés de 5 à 30 francs (voir art. 13).

En suivant ces dispositions réglementaires, j'ai l'honneur de résumer les résultats du concours de 1895 par les données suivantes :

Pour le prix général, il y a deux concurrents qui ont présenté une douzaine ou plus de 12 chronomètres de poche des classes B et C, savoir M. Paul-D. Nardin, du Locle, 14 pièces, et M. Paul Ditisheim, de La Chaux-de-Fonds, 13 pièces.

En laissant de côté pour la série du premier fabricant les deux pièces N^{os} 8598 et 7690, qui ont la plus forte variation (l'une $\pm 0^s,73$ et l'autre $\pm 0^s,49$), et

dans la série de M. Ditisheim le N° 1157, dont la variation est de $\pm 0^s,72$, on peut résumer les résultats de ces deux douzaines de chronomètres dans le tableau suivant :

NOMS DES FABRICANTS	Variation diurne moyenne	Variation du plat au pendu	Variation par 1° de température	Ecart de propor- tionalité pour les températ. moyennes	Différence entre les marches extrêmes
Limites réglementaires	$\pm$ 0 ^s ,50	$\pm$ 2 ^s ,00	$\pm$ 0 ^s ,15		$\pm$ 5 ^s ,00
Paul-D. Nardin, au Locle	0 ,40	1 ,52	0 ,04	0 ^s ,87 ₅	4 ,14
Paul Ditisheim, à La Chaux-de-Fonds .	0 ,43	1 ,13	0 ,08	1 ,31	4 ,24

On constate immédiatement que les deux séries remplissent largement les conditions exigées pour le prix général et que le premier rang appartient à celle de M. Nardin, attendu que sa variation diurne moyenne est la plus faible, de 0^s,03 ou de 8% inférieure à celle de M. Ditisheim. Cette dernière l'emporte pour la variation du plat au pendu, tandis que la compensation des chronomètres Nardin est sensiblement plus parfaite. Ainsi, d'après les prescriptions de l'art. 7, le prix général revient à M. Nardin.

Pour les montres marines, cette fois encore, Monsieur Nardin du Locle concourt seul, une autre maison du Locle ayant retiré son chronomètre, excellent du reste,

parce qu'il n'avait pas encore pris suffisamment assiette, sa marche continuant à augmenter avec temps. Monsieur Nardin a présenté quatre chronomètres de marine au concours neuchâtelois, abstraction faite d'un plus grand nombre d'autres chronomètres qui, suivant la demande de l'amirauté à laquelle ils sont destinés, ont subi des épreuves plus compliquées s'étendant sur quatre mois.

Ainsi qu'il résulte du tableau I, joint à ce rapport, les quatre chronomètres, qui seuls entrent en question pour le concours, non seulement remplissent très largement les conditions exigées pour les prix, mais les deux premiers surtout sont de nouveau des modèles de réglage; ces deux pièces ayant à 0^s,01 pour la même variation diurne (0^s,09 et 0^s,10), le premier rang (voir art. 8 du règlement) et, par conséquent, le premier prix revient au N° 47/8547, puisque la différence entre les marches de la première et de la dernière semaine n'est pour lui que de 0^s,02, ce qui signifie une constance pour ainsi dire absolue de marche; ce même chronomètre est aussi très bien compensé, car il ne varie que de 0^s,03 par degré centigrade, et il est revenu, après les épreuves thermiques, presque absolument (à 0^s,02 près).

Le N° 42/8542 du même artiste, quoiqu'il n'ait varié que de 0^s,09 d'un jour à l'autre, doit être placé au second rang parce que pour lui la marche de la dernière semaine diffère de 0^s,65 de celle de la première, ce qui est encore plus que suffisant, car la limite réglementaire est pour cet élément de 0^s,50. Comme, pour les autres éléments de réglage, il se trouve également bien en-deçà des limites prescrites,

chronomètre mérite largement le second prix de la classe A.

Le troisième chronomètre de la liste, le N° 31/7842 de Monsieur Nardin, est digne d'attention, parce que l'enregistrement électrique dont il est pourvu ne modifie absolument pas sa marche; car la différence entre les marches avec ou sans courant électrique n'est que de $0^s,06$, de sorte que cette pièce, réglée au temps sidéral, constitue un magnifique instrument de précision pour un observatoire ou d'autres établissements scientifiques.

Passant aux chronomètres de poche, et en premier lieu à ceux de la classe B, observés pendant 6 semaines, la liste du tableau II contient 27 pièces ordonnées d'après leur rang fixé par le règlement.

Le premier chronomètre, le N° 29734, de Monsieur Paul Buhré du Locle, n'a montré qu'une variation diurne de $\pm 0^s,25$ et compterait, sous ce rapport, parmi les meilleurs chronomètres à ancre qui aient passé à l'observatoire; malheureusement la compensation n'est pas suffisamment réglée, car il avance de $0^s,3$ par degré, tandis que l'art. 9 n'admet que $0^s,2$. Pour cette raison, il ne peut pas obtenir de prix. Nous espérons que le fabricant, qui concourait pour la première fois, ne se laissera pas décourager par cet échec, qu'il évitera facilement à l'avenir en contrôlant le réglage avant de déposer ses chronomètres.

Viennent ensuite dans la liste 5 pièces qui ont toutes la même variation diurne ($0^s,30 \pm 0^s,02$) et qui sont, par conséquent, classées d'après la différence de marche entre la première et la dernière semaine.

Le premier en rang est le N° 21585 de l'Association

ouvrière du Locle et comme il reste, pour toutes variations, dans les limites prescrites par l'art. c'est, cette fois encore, un chronomètre à tourbillon qui remporte le premier prix de la classe B.

Les deux autres prix de cette classe reviennent à deux chronomètres à ancre, N^{os} 1188 et 1184, Monsieur Paul Ditisheim à La Chaux-de-Fonds, qui avec la même variation diurne, dépassent de quelques centièmes de seconde seulement la différence de marche des semaines extrêmes, montrée par le chronomètre à tourbillon du Locle. Bien que le numéro 1188 soit un peu surcompensé ($0^s,12$ par degré) et que la variation du pendu au pendant à gauche soit un peu forte ($3^s,01$), ces chronomètres restent cependant partout dans les limites fixées.

On ne peut que féliciter ce fabricant de La Chaux-de-Fonds, qui concourt pour la première fois, de si beau début; car M. P. Ditisheim, non seulement obtient encore un troisième prix, mais (comme nous l'avons vu) il a été distancé de peu pour le premier général.

Il n'est que juste de mentionner le N^o 5 de la liste B, qui est un chronomètre avec échappement à balancier, construit et réglé par un jeune élève de l'École d'horlogerie de Neuchâtel, Monsieur Ad. Neipp; si ce n'est un seul élément ce chronomètre dépasse les limites fixées pour les montres couronnées, car il n'est revenu, après les épreuves thermiques, qu'à $1^s,7$ près, tandis que le règlement n'admet que $1^s,5$; par contre, les positions sont bien réglées; du plat au pendu, il varie que de $-0^s,16$, et la marche s'est maintenue parfaitement pendant l'épreuve. Ce début promet

fournir une bonne recrue à la phalange de nos chronométriers et prouve l'excellence de l'enseignement théorique et pratique donné à l'Ecole de Neuchâtel, aussi pour l'horlogerie de précision.

J'arrive aux quatre prix de la classe C. Nous avons observé en 1895 en tout 63 chronomètres de cette catégorie, qui se trouvent indiqués dans la liste III, rangés d'après la variation diurne et la différence des marches extrêmes. Les deux premières pièces de M. J. Rauschenbach à Schaffhouse, remarquables par leurs petites variations, ne peuvent pas concourir pour les prix, puisqu'elles ne proviennent pas d'un fabricant neuchâtelois; si son N° 110825 remplit très largement les exigences de notre règlement, le second dépasse légèrement les limites de la compensation et surtout pour la différence entre les marches extrêmes. Les deux premiers prix reviennent ainsi aux chronomètres à bascule N° 7378 et à ancre N° 8081, tous les deux de Monsieur Paul-D. Nardin, du Locle; ces chronomètres, qui ne varient que de 0^s,27 et 0^s,29 d'un jour à l'autre, qui sont parfaitement compensés et ont une variation du plat au pendu assez faible, font honneur à cet atelier, dont la réputation est depuis longtemps établie.

Laissant de côté le N° 5 de la liste, qui appartient encore à Monsieur Rauschenbach, on trouve le N° 1182 de Monsieur Paul Ditisheim, à La Chaux-de-Fonds, un chronomètre à ancre qui, remplissant très largement toutes les conditions de l'art. 10 du règlement, obtient le troisième prix de la classe C.

Enfin le quatrième prix revient encore à Monsieur Nardin pour son N° 8841 (8^{me} de la liste), car le

N° 7742 du même artiste échoue par la raison que ce chronomètre, après avoir subi les épreuves thermiques, a changé de marche de $2^s,4$, tandis que le règlement ne permet que $1^s,5$. Il est intéressant de relever ce fait que le chronomètre ainsi couronné du 4^{me} prix est muni d'un nouvel échappement, auquel son inventeur a donné le nom étrange de « carrousel » et qui est une espèce de modification de l'échappement à tourbillon. Deux autres pièces, munies du même échappement, figurent dans la classe B, dont l'une encore est de M. Nardin, et l'autre de M. P. Ditisheim; ces deux montres présentent également des résultats satisfaisants, surtout pour le réglage des positions.

Ajoutons encore que le 11^{me} chronomètre de la classe C, le N° 4970 de Monsieur Huguenin Son et C^{ie}, qui a la même variation diurne ($\pm 0^s,39$) que le N° 8841 de Monsieur Nardin, n'a dû céder la place à ce dernier que par le fait que la différence entre ses marches extrêmes ($5^s,4$) est juste le double de l'autre et dépasse même la limite réglementaire.

J'ai la satisfaction, Monsieur le conseiller d'Etat, de vous faire, pour la première fois, des propositions au sujet des prix à accorder aux régleurs des chronomètres couronnés, que le Conseil d'Etat a bien voulu instituer. Il résulte de nos registres que tous les chronomètres de Monsieur Nardin ont été réglés en commun par MM. Henri Rozat et A. Bourquin, deux employés très capables de sa maison.

Le chronomètre à tourbillon, de l'Association ouvrière, qui obtient le premier prix de la classe B, a été réglé par M. F. Borgstedt, au Locle.

Enfin, les trois montres couronnées de M. P. Ditisheim ont été réglées par M. U. Wehrli, à La Chaux-de-Fonds.

Il me reste à résumer les propositions que j'ai l'honneur de présenter au Conseil d'Etat pour la distribution des prix, conformément au nouveau règlement.

LISTE DES PRIX PROPOSÉS

- I. PRIX GÉNÉRAL** de fr. 200 à M. Paul-D. Nardin,
au Locle.

CHRONOMÈTRES DE MARINE (Classe A)

- II.** Prix de fr. 200 au N° 47/8547 de M. Paul-D. Nardin,
au Locle.
- III.** Prix de fr. 150 au N° 42/8542 de M. Paul-D. Nardin,
au Locle.

CHRONOMÈTRES DE POCHE (Classe B)

- IV.** Prix de fr. 130 au N° 21585 de l'Association ouvrière, au Locle.
- V.** Prix de fr. 120 au N° 1188 de M. Paul Ditisheim,
à La Chaux-de-Fonds.
- VI.** Prix de fr. 110 au N° 1184 de M. Paul Ditisheim,
à La Chaux-de-Fonds.

CHRONOMÈTRES DE POCHE (Classe C)

- VII. Prix de fr. 100 au N° 7378 de M. Paul-D. Nardin,
au Locle.
VIII. Prix de fr. 80 au N° 8081 de M. Paul-D. Nardin,
au Locle.
IX. Prix de fr. 60 au N° 1182 de M. Paul Ditisheim,
à La Chaux-de-Fonds.
X. Prix de fr. 50 au N° 8841 de M. Paul-D. Nardin,
au Locle.

PRIX DES RÉGLEURS

- Pour le réglage du chronomètre couronné A I. fr. 30
à MM. H. Rozat et A. Bourquin, au Locle.
Pour le réglage du chronomètre couronné A II. fr. 25
à MM. H. Rozat et A. Bourquin, au Locle.
Pour le réglage du chronomètre couronné B I. fr. 20
à M. F. Borgstedt, au Locle.
Pour le réglage du chronomètre couronné B II. fr. 18
à M. Ulr. Wehrli, à La Chaux-de-Fonds.
Pour le réglage du chronomètre couronné B III. fr. 15
à M. Ulr. Wehrli, à La Chaux-de-Fonds.
Pour le réglage du chronomètre couronné C I. fr. 10
à MM. H. Rozat et A. Bourquin, au Locle.
Pour le réglage du chronomètre couronné C II. fr. 8
à MM. H. Rozat et A. Bourquin, au Locle.
Pour le réglage du chronomètre couronné C III. fr. 6
à M. Ulr. Wehrli, à La Chaux-de-Fonds.
Pour le réglage du chronomètre couronné C IV. fr. 5
à MM. H. Rozat et A. Bourquin, au Locle.

Veillez agréer, Monsieur le Conseiller d'Etat, l'assurance de ma haute considération.

Neuchâtel, le 20 janvier 1896.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal,
D^r AD. HIRSCH.

TAB

Num
d'ou

10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

BULLETINS DE MARCHE

DES

CHRONOMÈTRES COURONNÉS

AU

CONCOURS DE 1895



CHRONOMÈTRE DE MARINE

Echappement à ressort, spiral cylindrique à 2 courbes
Phillips, en palladium.

réglé au temps sidéral par H. Rozat et A. Bourquin,
au Locle.

N° 47/8547, de M. Paul-D. Nardin, au Locle.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1894				
déc. 9-10	+ 0,52 ^s	— 0,02 ^s	+ 8,8 ^o	A l'armoire
10-11	+ 0,50	— 0,06	8,6	»
11-12	+ 0,44	— 0,09	8,6	»
12-13	+ 0,35	— 0,16	8,2	»
13-14	+ 0,19	— 0,06	8,5	»
14-15	+ 0,13	+ 0,34	8,5	»
15-16	+ 0,47	— 0,29	8,4	»
16-17	+ 0,18	+ 0,13	8,3	»
17-18	+ 0,31	— 0,25	8,6	»
18-19	+ 0,06	+ 0,02	9,1	»
19-20	+ 0,08	+ 0,01	9,2	»
20-21	+ 0,09	— 0,01	8,7	»
21-22	+ 0,08	— 0,05	8,9	»
22-23	+ 0,03	— 1,02	9,2	»
23-24	— 0,99	— 0,39	0,6	A la glacière
24-25	— 1,38	— 0,16	0,2	»
25-26	— 1,54	— 0,11	0,3	»
26-27	— 1,65	+ 0,18	0,3	»
27-28	— 1,47	+ 0,42	0,4	»
28-29	— 1,05	+ 2,47	0,3	»
29-30	+ 1,42	— 0,55	6,7	A l'armoire

TABLEAU V.

PRIX II (S)

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1894				
déc. 30-31	+ 0,87 ^s	+ 0,06 ^s	+ 6,5 ^o	A l'armoire
1895 31- 1	+ 0,93	— 0,02	6,8	»
janv. 1- 2	+ 0,91	— 0,15	6,7	»
2- 3	+ 0,76	+ 0,01	6,7	»
3- 4	+ 0,77	— 0,12	7,7	»
4- 5	+ 0,65	— 0,10	7,5	»
5- 6	+ 0,55	— 0,08	7,3	»
6- 7	+ 0,47	— 0,09	7,2	»
7- 8	+ 0,38	— 0,01	6,1	»
8- 9	+ 0,37	— 0,16	7,1	»
9-10	+ 0,21	— 0,44	31,7	A l'étuve
10-11	— 0,23	— 0,21	32,6	»
11-12	— 0,44	— 0,17	33,0	»
12-13	— 0,61	— 0,09	33,2	»
13-14	— 0,70	+ 0,03	33,4	»
14-15	— 0,67	+ 0,59	33,6	»
15-16	— 0,08	+ 0,13	7,1	A l'armoire
16-17	+ 0,05	— 0,03	8,0	»
17-18	+ 0,02	+ 0,10	8,5	»
18-19	+ 0,12	— 0,03	8,7	»
19-20	+ 0,09	— 0,13	9,4	»
20-21	— 0,04	+ 0,24	9,6	»
21-22	+ 0,20	— 0,02	8,4	»
22-23	+ 0,18	— 0,20	7,2	»
23-24	— 0,02	— 0,14	6,9	»
24-25	— 0,16	+ 0,28	6,8	»
25-26	+ 0,12	+ 0,17	6,8	»
26-27	+ 0,29	+ 0,01	6,7	»
27-28	+ 0,30	+ 0,15	6,3	»
28-29	+ 0,45	— 0,03	6,1	»
29-30	+ 0,42	— 0,05	5,5	»

TABLEAU V.

PRIX II (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1895				
janv. 30-31	+ 0,37 ^s	+ 0,01 ^s	+ 5,5 ^o	A l'armoire
31- 1	+ 0,38	+ 0,04	6,0	»
févr. 1- 2	+ 0,42	- 0,17	6,2	»
2- 3	+ 0,25	+ 0,02	6,0	»
3- 4	+ 0,27	+ 0,18	5,8	»
4- 5	+ 0,45	0,00	6,0	»
5- 6	+ 0,45	+ 0,03	6,2	»
6- 7	+ 0,48		6,0	»
Marche moyenne + 0^s,10 Variation moyenne ± 0 ,10 Variation pour 1^o entre les températures extrêmes + 0 ,03 Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes 1 ,57 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0 ,02 Différence de marche entre la première et la dernière semaine 0 ,02 Différence entre les marches extrêmes 3 ,07				

CHRONOMÈTRE DE MARINE

Echappement à ressort, spiral cylindrique à 2 courbes

Phillips, en palladium;

réglé par H. Rozat et A. Bourquin, au Locle.

N° 42/8542, de M. Paul-D. Nardin, au Locle.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
janv. 20-21	+ 1,33 ^s	— 0,02 ^s	+ 9,6 ^o	A l'armoire
21-22	+ 1,31	+ 0,08	8,4	»
22-23	+ 1,39	— 0,02	7,2	»
23-24	+ 1,37	— 0,17	6,9	»
24-25	+ 1,20	— 0,01	6,8	»
25-26	+ 1,19	+ 0,10	6,8	»
26-27	+ 1,29	— 0,05	6,7	»
27-28	+ 1,24	— 0,16	6,3	»
28-29	+ 1,08	— 0,20	6,1	»
29-30	+ 0,88	+ 0,16	5,5	»
30-31	+ 1,04	+ 0,16	5,5	»
31- 1	+ 0,94	— 0,10	6,0	»
févr. 1- 2	+ 1,32	+ 0,38	6,2	»
2- 3	+ 1,03	— 0,29	6,0	»
3- 4	+ 1,08	+ 0,05	5,8	»
4- 5	+ 1,09	+ 0,01	6,0	»
5- 6	+ 0,93	— 0,16	6,2	»
6- 7	+ 0,72	— 0,21	6,0	»
7- 8	+ 0,84	+ 0,12	6,7	»
8- 9	+ 0,76	— 0,08	6,0	»
9-10	+ 0,81	+ 0,05	6,3	»
		— 0,05		

TABLEAU VI.

PRIX III (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
févr. 10-11	+ 0,76 ^s	+ 0,03 ^s	+ 6,2 ^o	A l'armoire
11-12	+ 0,79	+ 1,65	5,7	»
12-13	+ 2,64	+ 0,44	1,3	A la glacière
13-14	+ 3,08	+ 0,26	0,3	»
14-15	+ 3,34	+ 1,34	0,4	»
15-16	+ 2,00	- 0,91	6,2	A l'armoire
16-17	+ 1,09	+ 0,22	5,9	»
17-18	+ 1,31	+ 0,05	5,9	»
18-19	+ 1,36	- 0,42	33,2	A l'étuve
19-20	+ 0,94	- 0,14	34,3	»
20-21	+ 0,80	- 0,29	32,8	»
21-22	+ 0,51	+ 0,60	7,3	A l'armoire
22-23	+ 1,11	- 0,21	7,5	»
23-24	+ 0,90	- 0,07	7,6	»
24-25	+ 0,83	- 0,19	7,6	»
25-26	+ 0,64	+ 0,02	7,2	»
26-27	+ 0,66	+ 0,06	7,8	»
27-28	+ 0,72	+ 0,01	7,9	»
28- 1	+ 0,73	- 0,05	7,9	»
mars 1- 2	+ 0,68	- 0,02	7,4	»
2- 3	+ 0,66	+ 0,03	7,2	»
3- 4	+ 0,69	- 0,10	7,0	»
4- 5	+ 0,59	+ 0,03	6,6	»
5- 6	+ 0,62	- 0,15	6,8	»
6- 7	+ 0,47	+ 0,03	6,5	»
7- 8	+ 0,50	- 0,03	6,7	»
8- 9	+ 0,47	- 0,17	7,1	»
9-10	+ 0,30	+ 0,08	7,1	»
10-11	+ 0,38	+ 0,01	7,0	»
11-12	+ 0,39	- 0,02	7,5	»
12-13	+ 0,37	+ 0,26	7,9	»

TABLEAU VI.

PRIX III (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
mars 13-14	+ 0,63 ^s	— 0,09 ^s	+ 7,9 ^o	A l'armoire
14-15	+ 0,54	+ 0,11	7,9	»
15-16	+ 0,65	+ 0,02	7,8	»
16-17	+ 0,67	+ 0,10	7,5	»
17-18	+ 0,77	— 0,09	7,3	»
18-19	+ 0,68	— 0,03	7,5	»
19-20	+ 0,65	— 0,06	7,7	»
20-21	+ 0,59		7,6	»
Marche moyenne				+ 0 ^s ,97
Variation moyenne				± 0,09
Variation pour 1 ^o entre les températures extrêmes				— 0,07
Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes				1,72
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,28
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				0,65
Différence entre les marches extrêmes				3,04

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à tourbillon, spiral plat à 2 courbes
Phillips,

réglé par P. Borgstedt, au Locle.

N° 21585, de l'Association Ouvrière, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à 1 heure à la pendule normale de l'Observatoire réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard, le signe — indique l'avance

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
févr. 10-11	+ 3,7 ^s	— 0,4 ^s	+ 6,2 ^o	Position horizontale
11-12	+ 3,3	0,0	5,7	»
12-13	+ 3,3	0,0	6,2	»
13-14	+ 3,3	+ 0,1	6,3	»
14-15	+ 3,4	+ 0,6	6,6	»
15-16	+ 4,0	— 0,7	6,2	»
16-17	+ 3,3	+ 0,3	5,9	»
17-18	+ 3,6	— 1,3	5,9	»
18-19	+ 2,3	+ 1,2	33,2	» à l'étuve
19-20	+ 3,5	+ 3,7	6,9	»
20-21	+ 7,2	— 3,7	0,9	» à la glacière
21-22	+ 3,5	+ 0,3	7,3	»
22-23	+ 3,8	+ 0,4	7,5	»
23-24	+ 4,2	— 0,2	7,6	»
24-25	+ 4,0	— 2,3	7,6	»
25-26	+ 1,7	— 0,1	7,2	Position verticale, pendu
26-27	+ 1,6	— 0,1	7,8	»
27-28	+ 1,5	+ 0,4	7,9	»
28- 1	+ 1,9	+ 1,2	7,9	»
mars 1- 2	+ 3,1	— 0,5	7,4	»
2- 3	+ 2,6	— 0,2	7,2	»

TABLEAU VIII.

B. PRIX V (Su

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarque
1895				
nov. 3- 4	^s + 0,7	^s + 0,4	^o + 10,7	Position verticale, pe
4- 5	+ 1,1	— 0,1	19,0	»
5- 6	+ 1,0	— 0,4	11,0	»
6- 7	+ 0,6	— 0,3	11,1	»
7- 8	+ 0,3	+ 0,2	12,6	»
8- 9	+ 0,5	— 0,8	12,7	»
9-10	— 0,3	— 0,1	13,1	»
10-11	— 0,4	+ 0,2	12,7	»
11-12	— 0,2	— 0,7	12,6	» pendant à gau
12-13	— 0,9	+ 3,7	12,7	» »
13-14	+ 2,8	— 0,3	12,3	» pendant à dr
14-15	+ 2,5	— 1,6	11,7	» »
15-16	+ 0,9	— 0,2	11,6	Cadran en bas
16-17	+ 0,7	— 0,7	11,7	»
17-18	0,0	— 0,2	11,6	Cadran en haut
18-19	— 0,2	— 0,3	12,6	»
19-20	— 0,5	+ 0,6	12,7	»
20-21	+ 0,1	0,0	12,1	»
21-22	+ 0,1	— 0,1	12,1	»
22-23	0,0	+ 0,1	11,8	»
23-24	+ 0,1		11,4	»
Marche moyenne + 0,45				
Variation moyenne ± 0,30				
Variation pour 1 ^o entre les températures extrêmes — 0,12				
Ecart de proportionnalité pr les tempér. moyennes 1,4				
Différ. de marche avant et après l'épreuve therm. 1,0				
Variation du plat au pendu + 0,73				
Variation du pendu au pendant à gauche. — 1,39				
Variation du pendu au pendant à droite + 1,81				
Variation du cadran en haut au cadran en bas + 0,86				
Différence de marche entre la première et la der- nière semaine 0,05				
Différence entre les marches extrêmes 4,2				

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips,
réglé par U. Wehrli, à La Chaux-de-Fonds.

N° 1188, de M. Paul Ditisheim, à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à 1 heure à la pendule normale de l'Observatoire réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
oct. 13-14	— 0,6 ^s	+ 0,2 ^s	+ 12,6 ^o	Position horizontale
14-15	— 0,4	0,0	12,9	»
15-16	— 0,4	+ 0,5	13,8	»
16-17	+ 0,1	+ 0,2	13,7	»
17-18	+ 0,3	— 0,2	12,4	»
18-19	+ 0,1	0,0	11,0	»
19-20	+ 0,1	— 0,1	10,7	»
20-21	0,0	— 1,4	10,5	»
21-22	— 1,4	+ 1,5	31,4	» à l'étuve
22-23	+ 0,1	+ 2,1	9,9	»
23-24	+ 2,2	— 3,2	0,7	» à la glacière
24-25	— 1,0	+ 1,2	9,9	»
25-26	+ 0,2	+ 0,6	9,5	»
26-27	+ 0,8	+ 0,8	9,3	»
27-28	+ 1,6	— 0,1	9,7	»
28-29	+ 1,5	+ 0,1	10,0	Position verticale, pendu
29-30	+ 1,6	— 0,2	9,7	»
30-31	+ 1,4	— 0,1	9,7	»
31- 1	+ 1,3	— 0,1	10,4	»
nov. 1- 2	+ 1,2	0,0	10,2	»
2- 3	+ 1,2	— 0,5	10,4	»

TABLEAU IX.

B. PRIX VI (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
nov. 3- 4	+ 1,1 ^s	0,0 ^s	+ 10,7 ^o	Position verticale, pendu
4- 5	+ 1,1	— 0,4	10,9	»
5- 6	+ 0,7	— 0,1	11,0	»
6- 7	+ 0,6	— 0,2	11,1	»
7- 8	+ 0,4	— 0,4	12,6	»
8- 9	0,0	— 0,3	12,7	«
9-10	— 0,3	0,0	13,1	»
10-11	— 0,3	— 1,4	12,7	»
11-12	— 1,7	— 1,1	12,6	» pendant à gauche
12-13	— 2,8	+ 4,1	12,7	» »
13-14	+ 1,3	+ 1,6	12,3	» pendant à droite
14-15	+ 2,9	— 3,1	11,7	» »
15-16	— 0,2	0,0	11,6	Cadran en bas
16-17	— 0,2	— 1,3	11,7	»
17-18	— 1,5	+ 0,5	11,6	Cadran en haut
18-19	— 1,0	— 0,2	12,6	»
19-20	— 1,2	+ 0,3	12,7	»
20-21	— 0,9	— 0,5	12,1	»
21-22	— 1,4	— 0,1	12,1	»
22-23	— 1,5	0,0	11,8	»
23-24	— 1,5		11,4	»
Marche moyenne — 0 ^s ,32				
Variation moyenne ± 0,31				
Variation pour 1° entre les températures extrêmes — 0,07				
Ecart de proportionnalité pr les tempér. moyennes 1,6				
Différ. de marche avant et après l'épreuve therm. 0,0				
Variation du plat au pendu + 1,71				
Variation du pendu au pendant à gauche. — 3,01				
Variation du pendu au pendant à droite + 1,34				
Variation du cadran en haut au cadran en bas + 1,09				
Différence de marche entre la première et la dernière semaine 0,08				
Différence entre les marches extrêmes 5,7				

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à bascule, spiral plat Phillips,
réglé par H. Rozat et A. Bourquin, au Locle.

N° 7378, de M. Paul-D. Nardin, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à 1 heure à la pendule normale de l'Observatoire réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
avril 23-24	+ 0,6 ^s	+ 0,3 ^s	+ 13,4 ^o	Position horizontale
24-25	+ 0,9	+ 0,3	13,3	»
25-26	+ 1,2	+ 0,2	12,7	»
26-27	+ 1,4	— 0,4	12,2	»
27-28	+ 1,0	— 0,4	11,2	»
28-29	+ 0,6	— 0,3	11,0	»
29-30	+ 0,3	+ 0,2	11,3	»
30- 1	+ 0,5	— 0,3	1,1	» à la glacière
mai 1- 2	+ 0,2	+ 1,3	12,4	»
2- 3	+ 1,5	— 0,3	31,8	» à l'étuve
3- 4	+ 1,2	— 0,2	11,7	»
4- 5	+ 1,0	— 0,2	11,3	»
5- 6	+ 0,8	— 0,2	12,5	»
6- 7	+ 0,6	+ 0,4	13,7	»
7- 8	+ 1,0	+ 1,6	13,5	»
8- 9	+ 2,6	0,0	13,1	Position verticale, pendu
9-10	+ 2,6	— 0,5	13,5	»
10-11	+ 2,1	+ 0,5	14,5	»
11-12	+ 2,6	— 0,6	14,7	»
12-13	+ 2,0	— 0,3	14,6	»
13-14	+ 1,7	— 0,3	15,0	»

TABLEAU X.

C. PRIX VII (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
mai 14-15	+ 1,4 ^s	0,0 ^s	+ 15,1 ^o	Position verticale, pendu
15-16	+ 1,4	— 0,2	14,3	»
16-17	+ 1,2	+ 0,2	13,0	»
17-18	+ 1,4	— 0,4	12,0	»
18-19	+ 1,0	+ 0,2	11,0	»
19-20	+ 1,2	+ 0,2	10,5	»
20-21	+ 1,4	+ 0,2	10,9	»
21-22	+ 1,2	— 0,2	11,3	»
22-23	+ 1,2	0,0	11,5	»
Marche moyenne + 1^s,26 Variation moyenne ± 0,27 Variation du plat au pendu + 0,82 Variation pour 1° entre les températures extrêmes + 0,03 Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes 0,3 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,9 Différence entre les marches extrêmes 2,4				

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips, en palladium,
régulé par H. Rozat et A. Bourquin, au Locle.

N° 8081, de M. Paul-D. Nardin, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à 1 heure à la pendule normale de l'Observatoire réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
févr. 4- 5	+ ^s 2,7	— ^s 0,1	+ ^o 6,0	Position horizontale
5- 6	+ 2,6	+ 0,4	6,2	»
6- 7	+ 3,0	— 0,1	6,0	»
7- 8	+ 2,9	+ 0,2	6,7	»
8- 9	+ 3,1	+ 0,8	6,0	»
9-10	+ 3,9	— 0,4	6,3	»
10-11	+ 3,5	0,0	6,2	»
11-12	+ 3,5	— 1,0	5,7	»
12-13	+ 2,5	+ 0,6	1,3	» à la glacière
13-14	+ 3,1	0,0	6,3	»
14-15	+ 3,1	+ 0,8	32,4	» à l'étuve
15-16	+ 3,9	— 0,2	6,2	»
16-17	+ 3,7	0,0	5,9	»
17-18	+ 3,7	— 0,6	5,9	»
18-19	+ 3,1	— 1,2	6,4	»
19-20	+ 1,9	— 0,3	6,9	Position verticale, pendu
20-21	+ 1,6	0,0	7,0	»
21-22	+ 1,6	+ 0,2	7,3	»
22-23	+ 1,8	— 0,3	7,5	»
23-24	+ 1,5	— 0,2	7,6	»
24-25	+ 1,3	+ 0,2	7,6	»

TABLEAU XI.

C. PRIX VIII (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
févr. 25-26	+ 1,5 ^s	- 0,2 ^s	+ 7,2 ^o	Position verticale, pendu
26-27	+ 1,3	+ 0,1	7,8	»
27-28	+ 1,4	+ 0,4	7,9	»
28- 1	+ 1,8	- 0,6	7,9	»
mars 1- 2	+ 1,2	- 0,5	7,4	»
2- 3	+ 0,7	+ 0,6	7,2	»
3- 4	+ 1,3	- 0,3	7,0	»
4- 5	+ 1,0	+ 0,3	6,7	»
5- 6	+ 1,3		6,8	»
Marche moyenne + 2^s,32 Variation moyenne $\pm$ 0,29 Variation du plat au pendu - 1,81 Variation pour 1^o entre les températures extrêmes + 0,02 Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes 0,9 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,4 Différence entre les marches extrêmes 3,2				

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips,
réglé par U. Wehrli, à La Chaux-de-Fonds.

N° 1182, de M. Paul Ditisheim, à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à 1 heure à la pendule normale de l'Observatoire réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard, le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
avril 20-21	— 0,3 ^s	— 0,7 ^s	+ 13,2 ^o	Position horizontale
21-22	— 1,0	— 0,3	13,6	»
22-23	— 1,3	0,0	13,8	»
23-24	— 1,3	— 0,2	13,4	»
24-25	— 1,5	— 0,1	13,3	»
25-26	— 1,6	— 0,4	12,7	»
26-27	— 2,0	+ 0,6	12,2	»
27-28	— 1,4	+ 2,9	11,2	»
28-29	+ 1,5	— 2,1	0,8	» à la glacière
29-30	— 0,6	+ 0,9	11,3	»
30- 1	+ 0,3	— 1,1	31,6	» à l'étuve
mai 1- 2	— 0,8	— 0,3	12,4	»
2- 3	— 1,1	— 0,3	12,7	»
3- 4	— 1,4	+ 0,2	11,7	»
4- 5	— 1,2	+ 1,9	11,3	»
5- 6	+ 0,7	— 0,1	12,5	Position verticale, penda
6- 7	+ 0,6	— 0,3	13,7	»
7- 8	+ 0,3	— 0,2	13,5	»
8- 9	+ 0,1	0,0	13,1	»
9-10	+ 0,1	+ 0,1	13,5	»
10-11	+ 0,2	+ 0,4	14,5	»

TABLEAU XII.

C. PRIX IX

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
mai 11-12	^s + 0,6	^s + 0,4	^o + 14,7	Position vertical
12-13	+ 1,0	- 0,8	14,6	»
13-14	+ 0,2	+ 0,1	15,0	»
14-15	+ 0,3	+ 0,2	15,1	»
15-16	+ 0,5	- 0,6	14,3	»
16-17	- 0,1	+ 0,4	13,0	»
17-18	+ 0,3	- 0,2	12,0	»
18-19	+ 0,1		11,0	»

Marche moyenne + 0,5
 Variation moyenne + 0,1
 Variation du plat au pendu + 1,0
 Variation pour 1° entre les températures extrêmes - 0,1
 Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes 2,0
 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,0
 Différence entre les marches extrêmes 3,0

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à carrousel ancre, spiral plat Phillips,
en palladium,

réglé par H. Rozat et A. Bourquin, au Locle.

N° 8841, de M. Paul-D. Nardin, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à 1 heure à la pendule normale de l'Observatoire réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
nov. 5- 6	— 0,3 ^s	— 0,7 ^s	+ 11,0 ^o	Position verticale, pendu
6- 7	— 1,0	+ 0,7	11,1	»
7- 8	— 0,3	— 0,5	12,1	»
8- 9	— 0,8	+ 0,5	12,7	»
9-10	— 0,3	— 0,2	13,1	»
10-11	— 0,5	— 0,2	12,7	»
11-12	— 0,7	+ 0,2	12,6	»
12-13	— 0,5	0,0	12,7	»
13-14	— 0,5	0,0	12,3	»
14-15	— 0,5	— 0,2	11,7	»
15-16	— 0,7	0,0	11,6	»
16-17	— 0,7	0,0	11,7	»
17-18	— 0,3	+ 0,4	11,6	»
18-19	— 0,8	— 0,5	12,1	»
19-20	— 0,7	+ 0,1	12,7	»
20-21	— 2,2	— 1,5	12,1	Position horizontale
21-22	— 1,4	+ 0,8	12,1	»
22-23	— 1,3	+ 0,1	11,8	»
23-24	— 1,4	— 0,1	11,4	»
24-25	— 1,5	— 0,1	10,7	»
25-26	— 1,7	+ 0,1	9,6	»

TABLEAU XIII.

C. PRIX X (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1895				
nov. 26-27	^s — 1,6	^s + 0,6	^o + 9,4	Position horizontale
27-28	— 1,0	+ 0,2	0,6	> à la glacière
28-29	— 0,8	— 2,2	9,2	>
29-30	— 3,0	— 0,5	31,5	> à l'étau
30- 1	— 2,5	+ 1,5	10,1	>
déc. 1- 2	— 1,0	+ 0,2	10,5	>
2- 3	— 0,8	— 1,0	10,6	>
3- 4	— 1,8	— 1,0	10,0	>
4- 5	— 2,8		10,0	>
Marche moyenne — 1,11 Variation moyenne $\pm$ 0,39 Variation du plat au pendu + 1,09 Variation pour 1° entre les températures extrêmes — 0,06 Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes 0,1 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,9 Différence entre les marches extrêmes 2,7				

PROCÈS-VERBAL

DE LA 39^e SÉANCE DE LA

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

TENUE

A L'OBSERVATOIRE DE NEUCHÂTEL

LE 17 MAI 1896

39^e séance de la Commission géodésique suisse.

Présidence de M. le professeur A. Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel.

La séance est ouverte à 2 heures 15 minutes.

Sont présents : M. le colonel *Lochmann*, chef du Bureau topographique fédéral à Berne; M. *Rebstein*, professeur au Polytechnicum de Zurich; M. le professeur *R. Gautier*, directeur de l'Observatoire de Genève, secrétaire de la Commission; M. le professeur *A. Riggenbach*, de Bâle.

M. *Messerschmitt*, ingénieur de la Commission, assiste à la séance comme invité.

Sur la proposition du Président, le programme de la séance est établi dans un ordre un peu différent de ce qu'il était les années précédentes. La Commission est invitée à donner un préavis au Conseil fédéral sur la ratification de la nouvelle convention géodésique internationale, adoptée par la XI^e Conférence générale à Berlin en octobre 1895. De la nature de ce préavis dépend naturellement l'établissement des budgets de la Commission; le rapport financier est donc remis à la fin de la séance. Puis, M. le professeur *Rebstein* étant obligé de repartir pour Zurich de bonne heure a demandé que la Commission s'occupe au début de la séance des travaux géodésiques.

Le programme est donc fixé comme suit : 1^o lecture du rapport du Président au Département fédéral de l'Intérieur sur l'activité de la Commission en 1895; 2^o travaux géodésiques de 1895 et fixation du programme pour 1896; 3^o travaux de nivellement en 1895 et fixation du pro-

gramme pour 1896 ; 4^o étude de la question du levé magnétique de la Suisse ; 5^o étude de la nouvelle convention géodésique internationale ; 6^o rapport financier sur l'exercice 1895, rectification du budget de l'année 1896 et propositions budgétaires pour l'année 1897.

I. — Extrait du Rapport du Président au Département fédéral de l'Intérieur sur l'activité de la Commission en 1895.

Le Président rappelle d'abord les publications et rapports officiels de la Commission : 1^o procès-verbal de la 3^e séance de la Commission, tenue à l'Observatoire de Neuchâtel le 5 mai 1895 ; 2^o rapport du Président sur les travaux de la Commission en 1894-1895, présenté à la Société helvétique des sciences naturelles dans sa session de Zermatt et publié dans les Actes de la Société ; 3^o le tableau des comptes de l'exercice de 1895 établis par M. le colonel Lochmann, revus par le Président, qui ont été soumis directement au Département de l'Intérieur en janvier 1896 et qui attendent encore la ratification définitive de la Commission.

Puis le Président rend compte, dans les termes suivants, des travaux exécutés en 1895 et des résultats de la Conférence de Berlin :

La Commission géodésique suisse a continué avec succès en 1895 ses travaux. On a poursuivi l'observation des coordonnées astronomiques, surtout des latitudes et des azimuts, qui sont si importantes pour la géodésie moderne, parce que, confrontées avec les coordonnées géodésiques de mêmes stations, elles permettent de déterminer les déviations de la verticale. L'ensemble de ces recherches dans les di-

rents pays permet de calculer les irrégularités du géoïde par rapport à l'ellipsoïde de révolution.

En raison du temps défavorable de l'été de 1894, l'ingénieur de la Commission n'avait pu mesurer la latitude que dans les deux stations de Recketschwand et de Homberg. Il avait été chargé de compenser cette lacune en 1895 par une série de stations astronomiques choisies principalement sur le versant sud du Gothard. M. Messerschmitt a pu mesurer la latitude et l'azimut aux quatre stations suivantes: Monte Generoso, Hammetschwand, Dreilinden et Nollen. En outre il a déterminé la latitude et l'intensité de la pesanteur, au moyen du pendule de Sterneck, dans les stations de Capolago, Lugano, Giubiasco, Biasca, Seewen, Sarnen, Lichtenstein et Uznach.

Les calculs de réduction de ces observations, bien qu'ils ne soient définitifs que pour celles de 1894, suffisent pour montrer distinctement la marche régulière de l'attraction sur les deux versants du Gothard, et pour confirmer l'hypothèse d'un défaut relatif de masse assez considérable sous la grande chaîne des Alpes. A cette occasion, la triangulation du tunnel du Gothard a été rattachée au réseau de premier ordre de la triangulation de la Suisse.

Ces importantes études sur la déviation de la verticale, qui intéressent à un si haut point la géodésie, sont en corrélation directe avec les déterminations de l'intensité de la pesanteur au moyen des mesures relatives du pendule. Lorsque les résultats de ces déterminations seront réduits au niveau de la mer, affranchis de l'influence du terrain immédiatement environnant et comparés aux valeurs théoriques de la pesanteur pour les mêmes latitudes, ils feront voir si les écarts qu'on trouvera peuvent s'expliquer par les conditions orographiques et géologiques de la région, et s'ils

s'accordent avec les indications tirées des déviations de la verticale.

Nos stations suisses de pendule, dont le nombre est de 50, permettent de reconnaître qu'en Suisse, comme le cas aussi dans le Tyrol, les plus grands écarts de la pesanteur ne correspondent pas exactement aux points de déviation maximum des Alpes, mais se trouvent un peu déplacés vers le nord. Ces recherches délicates, qui préciseront un si haut point nos connaissances sur les détails de la forme de la Terre, promettent également de fournir de précieuses indications pour la géologie. Aussi les géologues de tous les pays s'y intéressent-ils de plus en plus. Pour rendre ces recherches aussi fécondes que possible, il faut étendre considérablement les études sur l'attraction des masses visibles, que l'un de nos géologues distingués, Léon DuPasquier, a bien voulu exécuter pour les stations situées sur le méridien de Neuchâtel et pour la continuation desquelles nous attendons encore plusieurs feuilles des cartes Siegfried que le Bureau topographique fédéral est occupé à publier.

Pour le réseau du *nivellement de précision*, les opérations supplémentaires de contrôle sont continuées par les soins du Bureau topographique fédéral, sous la haute direction et avec le concours de la Commission géodésique.

On a ainsi revu et complété par de nombreux repères secondaires la ligne du Rhin au delà de Rheineck jusqu'à Sargans, tout en rattachant partout les échelles limnigraphiques du Rhin. Autour du lac de Constance on a exécuté la ligne de Saint-Margarethen à Lindau; et en rattachant les réseaux autrichien et bavarois au nôtre, on a pu constater en général un accord satisfaisant; c'est seulement sur la ligne de Hard à Lindau que nos résultats s'écartent

de 3 cm. des autres, de sorte que nous avons décidé de reprendre cette section. Comme les résultats obtenus en 1893 par l'ingénieur Straub sur la ligne de la Thur, ont été confirmés par les opérations de M. le Dr Hilfiker en 1894, il faut reprendre la compensation du polygone N.-E. On a également nivelé les bords du lac supérieur de Zurich. Enfin le programme de 1895 comprend trois nivellements de contrôle et la ligne nouvelle de Ziegelbrücke-Linththal, servant à rattacher les échelles le long de la Linth.

La publication des croquis des Repères, par le Bureau topographique, se continue; jusqu'à présent deux livraisons ont paru.

La Commission géodésique s'est occupée en outre, en commun avec la Commission météorologique suisse, de l'important sujet du levé magnétique de la Suisse, et après avoir discuté, sur la base d'un rapport de M. le professeur Riggenschach, les différents points de la question, elle s'était prononcée en faveur de ce levé, en admettant qu'au commencement il suffirait, pour se procurer les données nécessaires de réduction, de rattacher les observations qui seraient faites en Suisse à l'un ou l'autre des observatoires magnétiques permanents des pays voisins, jusqu'à ce que la question de l'établissement d'une station centrale magnétique en Suisse, le choix de son emplacement, etc., soient résolus. Les deux Commissions météorologique et géodésique avaient chargé MM. Ch. Dufour et Riggenschach de soumettre le sujet, avec leur préavis favorable, à la Société helvétique des sciences naturelles, réunie en septembre dernier à Zermatt. La Société helvétique a accueilli avec grande faveur notre initiative et a chargé son Comité central de recommander le projet du levé magnétique de la

Suisse aux hautes Autorités fédérales. Il est probable que le Département fédéral de l'Intérieur se trouve déjà nanti de cette question d'un intérêt particulier pour la Suisse, dont il importe de sauvegarder, dans ce domaine aussi, le rang très honorable qu'elle occupe parmi les pays civilisés, par les efforts qu'elle fait et par les résultats qu'elle a obtenus dans la plupart des branches scientifiques. Il va sans dire que la Commission géodésique se met entièrement à la disposition du Département de l'Intérieur, soit pour compléter, s'il le faut, les renseignements et explications donnés, soit pour contribuer à l'exécution du projet, lorsqu'une décision aura été prise par les Autorités fédérales.

Enfin, la Commission géodésique, ayant été saisie par son Président de l'importante question du renouvellement de la convention de l'Association géodésique internationale, qui prend fin cette année, s'est prononcée en faveur d'un projet de nouvelle convention géodésique. Ce projet tout en conservant essentiellement le but et la forme de l'Association, propose d'élargir son programme en y comprenant surtout l'organisation d'un service international des latitudes, destiné à étudier à fond l'intéressant problème des mouvements de l'axe terrestre, au moyen de quatre stations astronomiques situées sous le même parallèle sur le pourtour de la Terre. Dans ce but il faudrait porter la dotation annuelle de l'Association à 75 000 francs. Enfin, on a proposé quelques simplifications dans l'organisation internationale, afin de faciliter le jeu pratique de ses organes.

Cet avant-projet, élaboré par une Commission spéciale nommée en 1894 par la Conférence d'Innsbruck, a été approuvé par notre Commission géodésique suisse, et le haut Conseil fédéral, en faisant au Président de la Commission l'honneur de le déléguer à la Conférence générale de Ber-

lin, l'a autorisé à se prononcer en faveur du renouvellement de la convention internationale dans le sens du projet présenté, tout en lui donnant ses instructions sur quelques points spéciaux. La Conférence de Berlin, après des discussions approfondies et laborieuses, a adopté finalement à l'unanimité, sauf l'Espagne qui s'est abstenue, une convention géodésique dont le texte sera très prochainement communiqué officiellement au Conseil fédéral pour être soumis à sa ratification et qui est reproduit dans ce procès-verbal.

Cette convention a conservé au fond les dispositions essentielles du projet que nous avons élaboré; elle réalise le développement de l'œuvre géodésique internationale; elle propose d'accorder pour dix ans (jusqu'en 1906) une dotation annuelle de 75 000 francs, ce qui représente pour la Suisse une part contributive de 1000 francs environ; elle sanctionne le principe de l'égalité des voix pour tous les États signataires de la convention, l'Allemagne ayant déclaré que l'Empire était décidé à entrer, en lieu et place des États allemands, dans l'Association géodésique. Enfin la convention remet la gestion des affaires, dans l'intervalle des réunions trisannuelles de la Conférence générale, à un *Bureau de l'Association*, formé de quatre membres, dont fait partie le Secrétaire perpétuel; de sorte que, ce dernier ayant été confirmé dans ses fonctions, la Suisse conservera, comme elle l'avait dès l'origine, son influence sur la direction de cette organisation scientifique internationale.

Par contre, la Conférence, tout en reconnaissant l'importance scientifique et pratique des observations magnétiques; et en les recommandant aux Commissions géodésiques nationales, n'a pas consenti à les comprendre, pour le moment, dans le programme international.

II. TRAVAUX GÉODÉSIQUES.

M. *Rebstein* présente un compte-rendu sommaire du rapport de M. Messerschmitt, ingénieur de la Commission, rapport qui a déjà circulé auprès des membres de la Commission.

La station du Hundstock a dû être abandonnée à cause des difficultés matérielles et de l'obligation d'observer excentriquement, de même celle du Pizzo Rotondo qui présentait des inconvénients analogues. A leur place M. Messerschmitt a déterminé les coordonnées astronomiques du Monte Generoso, station très méridionale, puis Hammetschwand, de Dreilinden près de Lucerne et Nollen. Cela porte le nombre des stations déterminées astronomiquement à 25. Les observations de pendule ont été poursuivies et les résultats obtenus actuellement dans 50 stations correspondent au passage des Alpes sur deux lignes différentes.

M. *Rebstein* estime que les résultats obtenus en 1896 sont satisfaisants et que les mesures ont été consciencieusement faites.

Voici le résumé des calculs exécutés durant l'hiver 1896-1897 sur les observations de la dernière campagne :

A. Déterminations astronomiques.

Dans les données numériques suivantes, on a admis que la déviation de la verticale était nulle à Berne.

1^o Station du Monte Generoso. — 1700^m.

Latitude astronomique		$\varphi = 45^{\circ} 55' 33''$
» géodésique		B = 56
Déviation de la verticale		$\varphi - B = - 23$

Azimut de la direction Tamaro.

Azimut astronomique	$\alpha = 328^{\circ} 11' 26,5''$
» géodésique	$A = 39,1$
Déviatiun en azimut	$\alpha - A = - 12,6$

2° Station de Hammetschwand. — 1125 m.

Latitude astronomique	$\varphi = 47^{\circ} 0' 19,7''$
« géodésique	$B = 5,4$
Déviatiun de la verticale	$\varphi - B = + 14,3$

Azimut des directions : Pilate et Dreilinden.

Azimuths astron.	$\alpha = 257^{\circ} 46' 48,5''$	$318^{\circ} 23' 26,3''$
» géodésiques	$A = 47,4$	$23,3$
Déviatiuns en azimut	$\alpha - A = + 1,1$	$+ 3,0$

3° Station de Dreilinden. — 545 m.

Latitude astronomique	$\varphi = 47^{\circ} 3' 42,8''$
« géodésique	$B = 40,6$
Déviatiun de la verticale	$\varphi - B = + 2,2$

Azimut de la direction Rigi.

Azimut astronomique	$\alpha = 91^{\circ} 35' 15,2''$
» géodésique	$A = 11,5$
Déviatiun en azimut	$\alpha - A = + 3,7$

4° Station de Nollen. — 733 m.

Latitude astronomique	$\varphi = 47^{\circ} 29' 39,6''$
» géodésique	$B = 41,9$
Déviatiun en latitude	$\varphi - B = - 2,3$

Azimet de la direction Hörnli.

Azimet astronomique	$\alpha =$	225° 3' 37,9"
« géodésique.	$\Lambda =$	35,4
Déviatiun en azimet	$\alpha - \Lambda =$	+ 2,5

Le raccordement géodésique des deux stations de Hammetschwand et Dreilinden a été fait par le professeur Rebs-tein. Il résulte des chiffres ci-dessus, comme on doit s'y attendre du reste, une forte attraction des Alpes se mani-festant au sud et au nord, aux stations de Monte Generoso et de Hammetschwand. La déviation de la verticale à la station de Dreilinden est en revanche très faible et il sera intéressant d'étudier de plus près la différence existant entre cette station et celle de Hammetschwand.

En ajoutant aux stations astronomiques quelques sta-tions de pendule où la latitude a été également déterminée, M. Messerschmitt obtient, pour la déviation de la verticale le long de la ligne du Gothard, les valeurs suivantes éta-blies sur la supposition que la déviation en latitude est nulle à Berne :

Dreilinden	+	2
Seewen	+	5
Hammetschwand	+	14
Amsteg	+	13
Göschenen, point de la triangulation du tunnel	+	8
Göschenen, station de pendule	+	5
Andermatt	+	5
Airolo	—	2
Biasca	—	6
Lugano	—	21
Monte Generoso	—	23
Capolago	—	18

Les valeurs de la déviation sont donc symétriques par rapport à la distribution des masses. Elles diminuent sur les deux versants à mesure qu'on s'avance vers le centre du massif.

Si l'on en déduit la forme du géoïde, on trouve qu'il s'élève au-dessus de l'ellipsoïde de révolution de :

Mètres.	Latitude.
1,1 dans les environs de Hohentwiel . . .	47° 45'
0,4 » » de Lägern.	30
0 près de Zurich	15
1,5 au Burgenstock	0
4,8 près d'Airolo (valeur maximum) . . .	46° 30'
3,0 près de Lugano	0

On peut en conclure que, dans la partie plutôt plane de la Suisse, le géoïde concorde assez bien avec l'ellipsoïde. Il ne s'en sépare sensiblement et rapidement qu'au pied de la haute montagne, pour rester à une distance à peu près constante sur une certaine étendue et s'en rapprocher ensuite vers le pied des contreforts méridionaux. L'élévation maximum dans cette partie des Alpes est de 5 mètres environ, de la même importance que celle que M. de Sterneck a constatée pour le Tyrol. Cela confirme les prévisions exprimées déjà antérieurement par M. Helmert que la distance entre les deux surfaces ne serait pas considérable. M. Messerschmitt rappelle encore que, pour la Suisse occidentale, il avait trouvé précédemment une discordance de 0^m,8 dans le Jura et une de 1^m,4 près des Rochers de Naye.

B. Observations de pendule.

Les mesures de l'intensité relative de la pesanteur effectuées au moyen des observations de pendule, durant l'été 1895, permettent aussi de suivre la marche de la pesanteur sur la ligne du Gothard. Le point de départ des observations a été de nouveau Zurich, pour lequel on a adopté $g = 9^m80688$. En utilisant comme précédemment la formule de M. Helmert pour la valeur calculée de la pesanteur, on obtient les résultats suivants :

STATION	Hauteur m.	Latitude ° / '	Pesanteur		Obs. — calcul m.	Obs. — calcul rectifié m.
			Observées	Calculée		
Zurich	466	47 22,7	9,80688	9,80670	+ 0,00018	— 0,00018
Dreilinden	525	3,7	619	621	— 2	
Seewen	461	1,5	608	638	— 30	
Hammetschwand	1128	0,1	440	431	+ 9	
Sarnen	476	46 53,7	630	621	+ 9	
Amsteg	524	46,2	475	594	— 119	
Göschenen	1097	40,1	371	406	— 35	
Andermatt	1437	38,5	352	297	+ 55	
Biasca	295	21,2	537	628	— 91	
Giubiasco	233	10,6	617	631	— 14	
Lugano	276	0,4	613	603	+ 10	
Generoso	1612	45 56,0	322	185	+ 137	
Capolago	278	54,1	598	593	+ 5	

Dans les observations de la campagne de 1895, M. Messerschmitt a étudié les oscillations des supports de pendule au moyen d'une balance à ressort. Le pilier de Zurich est parfaitement stable, mais il y aurait lieu de vérifier les autres piliers qui ont servi antérieurement à des mesures de pendule.

Les chiffres du tableau précédent doivent être encore réduits au niveau de la mer et libérés de l'attraction des masses sous-jacentes. Pour les stations de montagne, il faudrait aussi tenir compte de l'attraction des masses en

vironnantes et dominantes. En estimant approximativement ces corrections, on trouve les chiffres contenus dans la dernière colonne du tableau précédent.

Ces chiffres donnent un résultat analogue à celui qui a été obtenu par M. de Sterneek pour le Tyrol. Dans les Préalpes septentrionales, on trouve une petite différence négative entre les valeurs observée et calculée de la pesanteur. Cette différence augmente lorsqu'on se rapproche des montagnes proprement dites et atteint son maximum un peu au nord des plus grandes hauteurs ; puis elle diminue graduellement sur le versant méridional. On trouverait peut-être la différence nulle près de Côme ou de Chiasso, mais les mesures n'ont pas été poussées aussi loin vers le sud.

Propositions pour les travaux de la campagne de 1896.

Les mesures de la pesanteur au moyen du pendule devraient être poursuivies d'abord dans la Suisse occidentale. Il existe dans le Jura une série de stations qui reçoivent chaque jour l'heure par des signaux électriques partant de l'Observatoire de Neuchâtel. Il en résulte que le travail pourrait être rapidement conduit.

Le double travail de mesures de latitude et d'azimut, puis de mesures avec le pendule devrait ensuite être suivi dans le Valais où on exécute actuellement une nouvelle triangulation, puis dans le voisinage de quelques-unes des stations principales du réseau de triangulation.

M. Messerschmitt indique la station de *Chalet du Signal* au-dessus de Lausanne, un point de la triangulation de raccordement de l'Observatoire de Genève ; le château de

Tourbillon sur Sion ; le *Torrenthorn* sur Louèche-les-Bains et le *Gornergrat* sur Zermatt. Puis dans les environs du Rigi : le *Mythen* et le *Stanserhorn* ; au Gothard, les *Banchi* à côté de l'Hospice ; au sud, *Cramolina* entre Basodino et Ghiridone ; enfin le *Brienzer Rothhorn* entre Napf et Hangendhorn, situé dans le méridien du Simplon. M. Rebstein recommande tout d'abord comme stations astronomiques : le Chalet, Tourbillon, le Torrenthorn, le Brienzer Rothhorn, le Stanserhorn et les Banchi.

Les observations de pendule se feraient aux mêmes points et à quelques stations intermédiaires.

Pour le prochain volume des publications de la Commission, M. Messerschmitt propose de donner d'abord la suite des observations astronomiques dans les stations de la Suisse occidentale, soit Frienisberg, Gurten, Gurnigel, Napf et Wiesenberg, puis, en second lieu, les premières mesures de l'intensité de la pesanteur par le pendule. On pourrait aussi séparer les deux genres de travaux et renvoyer la publication des observations de pendule à plus tard et compléter la série des stations astronomiques.

M. Rebstein désire que l'on commence dès maintenant la publication des résultats obtenus dans les stations de pendule.

Il communique encore quelques desiderata de M. Messerschmitt : Il s'agit d'abord de l'incertitude sur l'altitude de certaines stations de pendule. M. Messerschmitt voudrait être muni d'un instrument de nivellement, de petites dimensions, afin de pouvoir rattacher chaque fois la station de pendule au repère de nivellement le plus rapproché. Il désire aussi être muni d'un hygromètre afin de pouvoir estimer la correction dépendant de l'humidité de l'air.

Le Président remercie M. Rebstein de son rapport et ouvre la discussion sur les différents points.

Le *Président* constate d'abord que l'on doit renoncer à faire des mesures de latitude sur le Hundstock et au Pizzo Rotondo, mais il exprime le vœu que dorénavant une reconnaissance préliminaire soit faite avant que la Commission ait à statuer sur le choix d'une station.

La Commission discute ensuite entre les points proposés ceux qui seraient les plus utiles.

M. *Messerschmitt* propose encore une station au *Signal de Moudon* près de Moudon, entre les stations de Middel et du Chalet sur Lausanne. Puis une station nouvelle dans le Valais à *Arpilles*, sur la Forclaz, au-dessus de Martigny.

La Commission choisit comme stations astronomiques : 1° Le Chalet sur Lausanne, 2° le Signal de Moudon, 3° le Torrenthorn, 4° les Banchi sur le Gothard. En outre une mesure de latitude sera faite au château de Tourbillon et, en passant à Martigny, l'ingénieur est chargé d'aller reconnaître, pour une autre campagne, la station d'Arpilles.

La Commission décide de prendre comme stations de pendule, outre les stations astronomiques, d'abord celles du Jura qui reçoivent l'heure de l'Observatoire de Neuchâtel ; ce sont : Bienne, Saint-Imier, la Chaux-de-Fonds, le Locle, les Brenets, les Ponts, Fleurier, Sainte-Croix, le Sentier ; puis dans la direction du Valais : Villeneuve, Bex ou Saint-Maurice, Martigny, Tourbillon et Sierre. Il est également convenu qu'au début de la campagne M. *Messerschmitt* répètera les observations de pendule sur les piliers de Berne, Neuchâtel, Lausanne, Genève et Fribourg.

En ce qui concerne l'impression du volume VII des publications de la Commission, celle-ci, déférant au désir de

M. Rebstein, décide de publier dès cette année les résultats des mesures de l'intensité de la pesanteur par la pendule. Mais afin de maintenir le principe des publications homogènes, elle décide de ne publier que des mesures de stations de pendule, en y comprenant les mesures qui sont faites cette année. Ce volume sera précédé d'une introduction contenant des données sur la méthode et les appareils employés. La continuation des stations astronomiques sera renvoyée au volume suivant.

Pour les travaux de nivellement nécessaires pour rattacher les stations de pendule aux repères, le colonel *Lochner* ne croit pas possible de faire exécuter ces mesures par les ingénieurs du Bureau topographique fédéral. La Commission décide que son ingénieur sera chargé de faire ces mesures et décide également d'acquérir un niveau de petite dimension si l'on ne peut s'en procurer un d'une autre façon.

M. *Messerschmitt* communique ensuite brièvement quelques résultats provisoires sur l'étude de la différence de déviation de la verticale entre les stations de *Hammenschwand* et de *Dreilinden*. La Commission décide, sur la proposition de son Président, que cette étude fera l'objet d'un rapport supplémentaire de l'ingénieur qui sera mis en circulation auprès des membres de la Commission et figurera au procès-verbal. En voici le résumé :

Il s'agissait de rechercher si la différence observée entre les déviations de la verticale entre les stations de *Hammenschwand* et de *Dreilinden* s'expliquait par la distribution des masses visibles. M. *Messerschmitt* a appliqué la formule de M. *Helmert* et choisi, comme valeur moyen

la densité des roches, la moitié de la densité moyenne de la Terre. C'est la valeur adoptée dans les travaux publiés en Angleterre et en Bavière.

La principale difficulté dans les recherches de cette nature est de déterminer la hauteur moyenne des masses à considérer. M. Messerschmitt a divisé, dans ce but, le terrain aux environs de chaque station par des cercles concentriques distants d'abord de 10 mètres, puis de plus en plus éloignés les uns des autres, d'abord en progression arithmétique puis en progression géométrique. Dans le sens perpendiculaire, les cercles étaient divisés par des rayons équidistants.

Lorsqu'on veut calculer une composante nord-sud ou une composante est-ouest, on trace ces rayons de manière que les différences des *sinus* ou des *cosinus* soient de un dixième. Mais si l'on veut obtenir les deux composantes, il est préférable de tracer les rayons autrement, afin de n'avoir à calculer les hauteurs qu'une fois. Il suffit en général de partager le quadrant en dix parties égales.

M. Messerschmitt a employé les cartes de l'atlas Siegfried pour les environs immédiats et la carte orographique de la Suisse au $\frac{1}{500\,000}$ pour les distances plus grandes. Pour la majeure part de son étude il a pris en considération la plus grande partie des Alpes, ce qui correspond à une extension du travail jusqu'à 91 kilomètres. Mais pour la station de Hohentwiel, il a dû laisser les Alpes en dehors, parce que, du côté du nord, les cartes disponibles n'allaient que jusqu'à une distance de 60,5 kilomètres.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant en admettant que la déviation est nulle à Berne.

Déviatiôn de la verticale.

Station	en latitude			en longitude		
	Obs.	Calcul	O.—C.	Obs.	Calcul	O.—C.
	"	"	"	"	"	"
Gurten.	+ 3,2	+ 14,1	— 10,9	+ 2,8	+ 3,9	— 1,1
Gurnigel	+ 15,3	+ 25,0	— 9,7	+ 9,6	— 0,3	+ 9,9
Hammettschwand	+ 14,3	+ 29,9	— 15,6	+ 3,1	+ 5,3	— 2,2
Dreilinden. . . .	+ 2,2	+ 13,4	— 11,2	+ 1,9	+ 3,5	— 1,6
Lägern	— 9,8	+ 2,7	— 12,5	+ 6,4	+ 0,8	+ 5,6
Hohentwiel . . .	— 13,1	— 3,5	— 9,6	+ 13,2	+ 3,7	+ 9,5

Les différences contiennent d'abord les déviations pour Berne, le reste pourrait s'expliquer par un défaut de masse, car on ne peut pas l'attribuer à l'influence des masses situées à grande distance et qui ont dû être négligées. On constate d'autre part que la considération des masses situées dans un rayon restreint, de 20 à 30 kilomètres, suffit à faire concorder les valeurs observées pour la déviation avec les valeurs calculées. Les différences constatées résultent des masses situées à une plus grande distance.

Les différences en latitude sont à peu près égales et leurs divergences s'expliquent par l'incertitude des éléments d'un calcul semblable. Les différences en longitude sont beaucoup moins concordantes. Cela peut s'expliquer d'abord par le fait que leur détermination repose indirectement sur les mesures d'azimuts. Puis la distribution si variable des masses visibles peut expliquer les autres divergences. Les Alpes s'étendent surtout de l'ouest à l'est et, suivant que l'on tient compte de masses plus ou moins étendues, le résultat penche un peu plus dans un sens ou dans l'autre. Il en est autrement pour la composante nord-sud. La masse des Alpes au sud prédomine forcément sur les masses moindres du Jura et de la Forêt-

Noire. Cela explique la constance des différences à laquelle correspond le défaut de masse souterrain.

Pour la station de Hohentwiel, les Alpes n'ont pas été du tout prises en considération et il s'y manifeste cependant une forte attraction des masses situées plus au nord. On pourrait l'expliquer par la présence des masses volcaniques du Hegau ce qui serait confirmé par la composante en longitude et par les mesures de l'intensité de la pesanteur.

On constate un fait analogue à la station de Lägern. La composante en longitude ressort plus forte des observations que du calcul, prouvant ainsi que la direction de la verticale est déterminée surtout par les masses les plus rapprochées.

Aux stations de Dreilinden, Hammetschwand et Gurten les masses se font équilibre. Il en est autrement au Gurnigel où la déviation en longitude s'explique par la présence au sud et à l'est du massif du Stockhorn, tandis qu'à l'est se trouve la coupure de la vallée de l'Aar et du lac de Thoune.

Il résulte donc de ces recherches que, pour la portion de la Suisse étudiée à ce point de vue, les déviations de la verticale correspondraient aux masses situées dans un rayon restreint, et que la grandeur de ces déviations serait diminuée par le fait d'un défaut de masse souterrain. C'est un résultat analogue à celui que fournissent les mesures de l'intensité de la pesanteur par le pendule.

III. NIVELLEMENT DE PRÉCISION.

M. le colonel *Lochmann* donne un bref résumé des travaux exécutés par le Bureau topographique fédéral en

1895, d'après le rapport rédigé par M. Rosenmund, port dont voici un aperçu :

Les travaux ont compris des nivellements de lignes velles, des nivellements de contrôle et la révision des pères du nivellement de précision de la Suisse.

1^o *Double nivellement de la ligne Ziegelbrücke-Linth*

Le point de départ était au repère 152 à Nieden et le point d'arrivée au clocher de l'église de Linth. Distance 31,6 kilomètres. Les deux opérations, conduites par M. le Dr J. Hilfiker, ont concordé à 8,7 millimètres.

2^o *Nivellement de contrôle de la ligne
Rothenbrunnen-Thusis.*

Cette opération était nécessitée par le fait que l'établissement du chemin de fer à voie étroite Thusis-Landquart avait fait disparaître plusieurs repères et que le repère de Katzis avait été signalé au Bureau topographique comme ayant subi des modifications. Le travail fait par M. le Dr J. Hilfiker a donné les résultats suivants :

Le repère 4 à Rothenbrunnen, situé dans le rocher, considéré comme n'ayant pas varié. Le repère 228, à Thusis, n'avait pas subi de changement ; tandis que le repère 9 situé un peu plus loin sur le pont sur la Nolla à Thurgau avait été modifié. Le point 7 de Katzis, signalé comme ayant varié, a effectivement éprouvé un affaissement de 25 centimètres.

3^o *Nivellement de contrôle de la ligne
Hard-Bregenz-Lindau.*

Cette opération avait été décidée par le fait que le nivellement de cette ligne, exécuté en 1894 par M. O. Strödel,

présentait des différences avec les résultats des nivellements bavarois et autrichien. Le travail exécuté en 1895 par M. le Dr J. Hilfiker a confirmé l'exactitude de celui de M. Straub en 1894, car il concorde avec lui à 10 millimètres près pour la longueur de 19,8 kilomètres de cette ligne.

Si l'on prend pour les nivellements des trois pays le repère bavarois 565 de la gare de Lindau comme cote de départ, en lui attribuant la hauteur au-dessus de la Pierre du Niton qui résulte de la moyenne des deux nivellements suisses, on obtient le tableau comparatif suivant, où la lettre B indique un repère bavarois, la lettre A un repère autrichien et les lettres N F un repère suisse.

REPÈRE	Autriche	Bavière	Nivellements suisses			Différence
			1894	1895	Moyenn.	
	m.	m.	m.			Suisse-Bavière.
Lindau, gare, B. 565 . . .	+ 26.305	+ 26.305	+ 26.305	305	305	—
» port, B. 567 . . .	+ 23.561	+ 23.572	+ 23.564	—	564	— 0.008
Unterhochsteg, B. 573 . . .	—	+ 27.391	+ 27.329	320	324	— 0.067
Bregenz, port, B. 577 . . .	+ 23.524	+ 23.527	+ 23.—	360	360	— 0.167
» gare, A.	+ 26.655	+ 26.668	+ 26.—	568	568	— 0.100
Lauterach, maison de garde, A.	+ 39.337	+ 39.358	+ 39.321	309	315	— 0.043
Fussach-Hard, B. 584 . . .	—	+ 25.378	+ 25.335	325	330	— 0.048
Fussach, B. 585	—	+ 23.959	+ 23.900	—	900	— 0.059
» B. 586	—	+ 23.145	+ 23.095	—	095	— 0.050
						Suisse-Autriche.
» N. F. 141	+ 23.316	—	+ 23.274	—	274	— 0.042
Höchst, Hôtel Krone, 2 ^{me} marche d'escalier, A. . .	+ 28.705	—	+ 28.663	—	663	— 0.042
Höchst, Hôtel Krone, A. . .	+ 30.397	—	+ 30.355	—	355	— 0.042
						Suisse-Bavière.
Rheineck, pont du chemin de fer sur le Tobelbach, B. 593	—	+ 26.812	+ 26.769	—	769	— 0.043

Les cotes ont été empruntées : pour la Bavière, à la

publication de la Commission géodésique bavaroise « Präzisionsnivellement in Bayern rechts des Rheins » Munich 1893; et pour l'Autriche aux indications communiquées directement au Bureau topographique par M. le contre-amiral chevalier v. Kalmár en avril 1894. La cote du repère suisse 141 était de $+ 23^m,301$ d'après le Catalogue des hauteurs.

Tous ces résultats semblent indiquer que la rive du Rhin de Constance a subi un affaissement entre Lindau et Rheinfelden.

4° Nivellement de la ligne Schaffhouse-Unterhallau.

Ce travail qui avait pour but de relier la station météorologique de Unterhallau au réseau du nivellement suisse n'a pas pu être terminé en raison de la demande du Bureau fédéral d'inspection des travaux publics de procéder au plus tôt aux opérations suivantes :

5° Nivellements à Bâle et dans ses environs.

Ces travaux exécutés par M. W. Schule étaient nécessités par l'embranchement projeté du canal du Rhône au Rhin. Ils ont été grandement compliqués dans l'intérieur de Bâle par la circulation qui existe dans une ville de cette importance.

Le point de départ était le repère 40 à la gare badoise qui semble n'avoir subi aucun changement. On a obtenu pour le repère 39 à l'embouchure de la Birsig dans le Rhin — $123^m,955$ et pour le repère 46 à la gare du Centenaire — $94,175$. Les cotes fournies par le « Catalogue des hauteurs » pour ces deux repères sont — $123,959$ et — $94,175$.

6. Résumé des travaux de repérage.

LIGNE	Anciens repères jugés						Total.	Repères contrôlés trouvés				Repères nouv. de contrôle.
	invariables.		disparus ou non utilisables.		douteux et à contrôler.			Invariables.		modifiées.		
	Nombre.		Nombre.		Nombre.			Nombre.		Nombre.		
	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0		0/0	0/0			
	Nombre.	0/0	Nombre.	0/0	Nombre.	0/0		Nombre.	0/0	Nombre.	0/0	
Zurich-Pfäffikon . . .	7	31	15	65	1	4	23	—	—	1	100	17
Pfäffikon-Sargans . . .	19	34	26	46	11	20	53	3	17	8	73	61
Rothenbrunnen-Thusis	2	29	1	14	1	57	7	—	—	4	100	11
Stein-Brugg	8	44	7	39	3	17	18	1	33	2	67	27
Olten-Bâle	39	72	3	6	12	22	54	—	—	12	100	52
Steckborn-Schaffhouse	9	35	15	58	2	7	26	1	50	1	50	26

En résumé, il a été exécuté, en 1895, 228 kilomètres de nivellement et environ 180 kilomètres de nivellements de contrôle pour les repères du réseau antérieur.

7^e Publications.

Les livraisons suivantes du « Repères du nivellement de précision de la Suisse » ont paru en 1895 :

Livraison 2 : Zurich-Frauenfeld-Rheineck et Rorschach-Heiden-Rheineck.

Livraison 3 : Genève-Berne.

Au commencement de 1896 a paru la livraison 4 : Sargans-Rheineck-Lindau et Altstätten-Gäbris.

La 5^{me} livraison : Eglisau-Frauenfeld-Wil-Wildhaus-Werdenberg est en préparation.

8^e Programme des travaux de nivellement pour l'année 1896.

1^o Achèvement du repérage de la ligne Schaffhouse-Bâle.

2^o Nivellement double de la ligne Schaffhouse-Hallau pour rattacher au réseau la station météorologique de Unter-Hallau.

3^o Quelques nivellements partiels le long du Rhin entre Schaffhouse et Bâle.

4^o Nivellement double de la ligne Rheinfelden-Buus pour rattacher au réseau la station météorologique de Buus.

5^o Repérage de la ligne Bâle-Sonceboz-Bienne.

6^o Nivellement de la ligne Delémont-Delle.

7^o Nivellement de la ligne la Chaux-de-Fonds-Saint-Imier.

8^o Repérage de cette même ligne et des sections Saint-Imier-Sonceboz et Moutier-Weissenstein.

9^o Repérage de la ligne Ragatz-Rothenbrunnen.

10^o Repérage de la ligne Davos-Dörfli-Landquart.

11^o (éventuellement) Nivellement de la ligne Thusis-Davos-Dörfli.

Le *Président* remercie le colonel Lochmann de son rapport. La Commission approuve le programme des travaux pour la prochaine campagne et demande que le nivellement si important de la ligne Delémont-Delle qui n'avait pu être exécuté en 1895 le soit cette année-ci.

IV. Levé magnétique de la Suisse.

Le *Président* rappelle le vœu émis dans la séance de l'année dernière en faveur d'un levé magnétique que la Commission croyait alors pouvoir entreprendre sans pourvoir aux éléments de réduction par la fondation d'un observatoire magnétique permanent en Suisse, mais en se servant des observatoires magnétiques des pays voisins.

Pareille ressource aurait été surtout accessible, si la Conférence générale de Berlin avait voulu comprendre les études magnétiques parmi les recherches de l'Association géodésique internationale, ainsi que nous l'avions espéré. Elle s'y est refusée pour le moment, et, d'autre part, l'observatoire magnétique le plus rapproché qui eût été projeté, celui de Munich, a été abandonné. Le Président prie ensuite M. Riggenschach de présenter un nouveau rapport sur ce sujet.

M. *Riggenschach* rend compte de ce qui a été fait dans ce sens depuis un an. A la suite de l'entente établie entre la Commission météorologique et la Commission géodésique, le projet d'un levé magnétique de la Suisse a été soumis à l'assemblée de la Société helvétique des sciences naturelles à Zermatt par M. Ch. Dufour et par M. Riggenschach. Cette idée, favorablement accueillie, a été portée par le Comité central de la Société à la connaissance du Département fédéral de l'Intérieur.

Deux points importants restaient cependant en suspens et font l'objet principal du présent rapport : ce sont la question des instruments de campagne, et celle de la coopération aux travaux d'un observatoire magnétique permanent en Suisse ou à l'étranger.

Sur le premier point M. Riggenschach confirme les propositions qu'il faisait dans une note annexée à son rapport de l'année dernière en préconisant l'emploi du nouveau théodolite magnétique de voyage de M. Wild ¹. Il faudrait deux instruments de cette espèce et leur acquisition serait

¹ Voir sa description dans : H. Wild, « Theodolit für magnetische Landesaufnahmen » *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zurich*, 41^e année, 1896.

facilitée par un subside généreusement offert par M. Rilliet, professeur de physique à l'Université de Genève.

Sur le deuxième point la situation se présente sous un jour un peu différent de l'année dernière. Les conclusions de M. Moureaux, signalées dans le rapport de 1895, se trouvent infirmées, en partie, par les résultats obtenus par les savants observateurs hollandais, MM. le Dr Ryckevorsel et le Dr van Bemmelen, qui ont fait des observations magnétiques dans une vingtaine de stations suisses. Pour réduire ces observations, ces Messieurs ont utilisé les données des observatoires permanents de Paris, de Pola, de Potsdam et de Perpignan. La concordance des résultats a été suffisante pour le but poursuivi par les savants hollandais, mais elle ne suffirait pas pour l'exactitude que l'on devrait chercher pour un levé magnétique complet de notre pays. On pourrait suppléer en partie à cet inconvénient si, dans l'un des États qui sont nos proches voisins, on avait donné suite au projet, dont on parlait l'an dernier, d'élever un observatoire magnétique permanent qui, par sa proximité, aurait été d'un puissant secours aux travaux entrepris dans notre pays. Malheureusement cette perspective devient fort improbable et il en résulte que la question de l'érection d'un observatoire magnétique temporaire ou permanent en Suisse même se pose d'une manière plus pressante cette année que l'année dernière.

M. Riggensbach conclut donc qu'il ne faudrait pas aller de l'avant sans avoir soumis à une nouvelle étude la question de l'utilité de la coopération des observatoires magnétiques étrangers situés à une distance un peu considérable, et celle de subordonner les travaux à l'érection d'un observatoire magnétique dans notre pays. Il lui semble qu'il faudrait, avant toute décision, soumettre ces questions au

préavis de personnes particulièrement compétentes et spécialement de M. le professeur Wild, rentré en Suisse depuis quelques mois.

Le *Président* remercie M. Riggenbach de son exposé et constate qu'effectivement la situation se présente sous un aspect assez différent. Il appuie vivement l'idée de consulter sur les questions controversées M. le professeur Wild, mais il estime qu'en attendant il y a lieu de surseoir à l'exécution des travaux du levé magnétique. Il faudra par conséquent, vu l'incertitude dans laquelle nous nous trouvons, informer le Conseiller fédéral, chef du Département fédéral de l'Intérieur, que les plans de la Commission risquent d'être partiellement modifiés, et qu'il pourrait en être de même pour les crédits demandés officiellement par la Société helvétique des sciences naturelles.

Sur la proposition de son Président, la Commission décide : 1^o D'écrire à M. Ruffy, chef du Département fédéral de l'Intérieur, que les propositions qu'elle lui avait faites et qui étaient appuyées par la Société helvétique des sciences naturelles devraient éventuellement subir des modifications; que, par suite, la Commission le prie de bien vouloir surseoir, pour la demande des crédits, jusqu'à la prochaine session des Chambres fédérales. 2^o De charger le Président et M. Riggenbach de demander à M. le professeur Wild un préavis sur l'opportunité de subordonner les travaux du levé magnétique de la Suisse à la création d'un observatoire magnétique central. 3^o De transmettre par circulaire les résultats de cette consultation aux autres membres de la Commission.

V. Nouvelle Convention géodésique internationale.

Le *Président* rappelle brièvement que, l'année dernière, il avait communiqué à la Commission géodésique le projet de Convention élaboré par la Commission spéciale nommée par la Commission permanente de l'Association géodésique internationale. La nouvelle convention ne diffère essentiellement de ce projet; elle présente cependant quelques modifications dans l'organisation prévue: au lieu d'un Comité international de 7 membres, il y aura un Bureau directeur de 4 membres et une Commission consultative de 21 membres.

Voici le texte de cette Convention qui a été votée à l'unanimité par la Conférence de Berlin.

Nouvelle Convention géodésique internationale.

Art. 1. — Le Bureau central de l'Association géodésique internationale conserve les attributions qui lui ont été conférées lors de la fondation et reste attaché à l'Institut géodésique de Berlin, en ce sens que le Directeur de l'Institut géodésique est en même temps Directeur du Bureau central de l'Association géodésique internationale, et que les ressources et les moyens scientifiques de l'Institut sont mis également au service de l'Association.

Art. 2. — L'organe supérieur de l'Association géodésique internationale est la *Conférence générale* des délégués des gouvernements intéressés. Cette Conférence se réunit au moins une fois tous les deux ans.

Dans l'intervalle des sessions, l'exécution des décisions de la Conférence générale et la gestion des affaires administratives confiées au bureau de l'Association, composé du *Président*, du *Vice-Président* de l'Association, du *Secrétaire perpétuel* et du *Directeur du Bureau central*.

Pour les affaires administratives non prévues, le bureau de l'Association prendra par correspondance l'avis d'une *Commission permanente* consultative, composée des délégués désignés à cet effet officiellement par chaque État, à raison d'un délégué par État.

Il appartient au bureau de l'Association de fixer la date et le lieu des Conférences générales, ainsi que d'y convoquer les délégués des États contractants, en indiquant l'ordre du jour de la session.

Art. 3. — Le Directeur du Bureau central présente chaque année au bureau de l'Association un rapport sur l'activité du Bureau central et lui soumet le programme pour les travaux pendant l'année suivante. Ce rapport et le programme seront imprimés et envoyés à tous les délégués.

Art. 4. — Les publications de l'Association géodésique internationale, la correspondance avec les Gouvernements et les délégués, ainsi que, en général, la gestion des affaires de l'Association appartiennent au Secrétaire perpétuel, sous la haute direction du Président de l'Association et en commun avec le directeur du Bureau central.

Art. 5. — Le Président, le Vice-président et le Secrétaire perpétuel de l'Association sont élus par la Conférence générale pour la durée de la Convention.

En cas de vacances, le remplacement provisoire sera fait par la Commission permanente, par voie de correspondance ou, s'il le faut, en séance, par cette Commission convoquée *ad hoc*.

Art. 6. — L'Association géodésique internationale est dotée d'un budget annuel fourni par les contributions de tous les États contractants (voir art. 9). Cette dotation servira essentiellement aux dépenses suivantes :

- 1^o Pour les frais de publication et d'administration.
- 2^o Pour l'indemnité au Secrétaire perpétuel.
- 3^o Pour la rémunération ou la subvention des travaux de théorie, de calcul ou d'expériences intéressant la géodésie, décidés par un vote spécial de la Conférence.
- 4^o Pour favoriser les entreprises scientifiques internationales de nature à faciliter et à assurer l'avancement des travaux géodésiques d'un intérêt général dans les différents pays.

La distribution de la dotation entre ces divers groupes de dépenses est décidée par le bureau de l'Association sous le contrôle de la Conférence générale.

Art. 7. — La dotation annuelle est formée par les contributions des États contractants, déterminées par l'article 9 ; elle est fixée, pour une durée de dix ans, au minimum de 60 000 M. (75 000 fr.), dont 16 000 M. (20 000 fr.) sont affectés aux dépenses ordinaires et 44 000 M. (55 000 fr.) sont destinés aux travaux géodésiques indiqués au n° 4 de l'art. 6, sous la direction et la responsabilité du Bureau central et sous le contrôle du bureau de l'Association.

Pour augmenter d'une manière durable ou passagère la dotation indiquée de 60 000 M. (75 000 francs), il faut une demande de la Conférence générale et sa ratification par tous les Gouvernements intéressés.

La justification de l'emploi de la dotation sera publiée dans les Comptes-Rendus des Conférences générales.

Les ressources qui n'auront pas été employées dans un exercice pourront être utilisées pour les dépenses des années suivantes.

Art. 8. — Les États adhérents versent leurs parts contributives au commencement de chaque année.

Les versements s'effectuent à la Caisse des Légations à Berlin, par les représentants diplomatiques des États contractants.

En général, toutes les communications du bureau de l'Association avec les Gouvernements des États contractants ont lieu par l'intermédiaire de leurs représentants diplomatiques à Berlin.

Art. 9. — La distribution des parts contributives aura lieu d'après l'échelle suivante :

a) Les États dont la population ne dépasse pas cinq millions payent 800 M. (= 1000 fr. environ) par an ;

b) Les États dont la population est comprise entre cinq et dix millions payent 1600 M. (= 2000 fr. environ) par an ;

c) Les États dont la population est comprise entre dix et vingt millions payent 3000 M. (= 3750 fr. environ) par an ;

d) Les États dont la population dépasse vingt millions payent 6000 M. (= 7500 fr. environ) par an.

Les augmentations durables ou passagères de la dotation seront réparties d'après la même échelle.

Les parts contributives des États ne sont pas modifiées par l'accession d'un nouvel État à la Convention. Ce dernier payera sa contribution d'après l'échelle établie dans cet article.

Art. 10. — Les paiements afférents aux différents titres du budget de l'Association seront effectués par le Directeur du Bureau central sur l'ordre du Président ou, en cas d'empêchement, du Vice-Président de l'Association.

Art. 11. — Les votes au sein de la Conférence générale, soit pour la nomination du Président, du Vice-Président ou du Secrétaire perpétuel de l'Association, soit pour les décisions sur les affaires administratives, auront lieu par États, chaque État de l'Association ayant une voix.

Les États non représentés dans la Conférence ont le droit de déléguer leurs voix à l'un des délégués présents ; cependant aucun des délégués ne peut accepter plus d'une de ces délégations. Les décisions sont valables quand au moins la moitié des États de l'Association sont directement représentés dans la Conférence.

Les décisions par correspondance de la Commission permanente consultative sont valables si au moins le tiers de ses membres ont répondu dans le délai fixé par le bureau de l'Association.

Art. 12. — Pour les questions scientifiques, il sera institué, pendant les Conférences générales, des Commissions consultatives spéciales, dans lesquelles chaque délégué aura la faculté de s'inscrire. Dans les votes de la Conférence sur les questions scientifiques, la décision appartient à la majorité absolue des délégués présents à la séance.

Art. 13. — Pour les questions mixtes, ou s'il y a doute sur leur caractère scientifique ou administratif, le vote doit se faire par États (voir art. 11) dès que ce mode de votation est demandé par tous les délégués d'un État.

Art. 14. — En cas d'égalité de voix, qu'il s'agisse de vote par États ou de vote par tête, la voix du Président en exercice de la Conférence est prépondérante.

Art. 15. — Les articles de la présente Convention restent en vigueur jusqu'à ce qu'ils soient modifiés par une nouvelle entente des États.

RÉSOLUTION

La Conférence générale actuelle, après avoir renouvelé la Commission permanente conformément aux prescriptions de la Convention de 1896, procède également à l'élection du Président, du Vice-Président et du Secrétaire perpétuel de l'Association. A partir de la ratification de la nouvelle Convention, l'ancienne Commission permanente se dissout et transmet ses pouvoirs au bureau de l'Association (voir art. 2).

Au nom de la XI^e Conférence générale de l'Association géodésique internationale :

Le Président,
FOERSTER.

Le Secrétaire,
HIRSCH.

Le Conseil fédéral demande le préavis de la Commission géodésique sur la ratification de cette convention. Elle ne diffère pas essentiellement de l'ancienne et la nouvelle association sera assez semblable à la précédente. L'innovation principale consiste dans la création d'un service international pour l'étude des variations des latitudes dans quatre stations distribuées sur un même parallèle. Il en résulte une augmentation de dépenses qui, pour la Suisse, porte la contribution annuelle de 240 à 1000 francs. Malgré cette augmentation de frais, la Commission géodésique approuve à l'unanimité la nouvelle convention.

La Commission ne pourra, d'autre part, pas payer à l'avenir cette contribution majorée sur son budget annuel. On peut proposer deux alternatives: 1^o demander au Conseil fédéral de porter le crédit de la Commission de 15 000 à 16 000 fr., auquel cas la Commission acquitterait la contribution à l'Association géodésique; 2^o laisser le crédit actuel à 15 000 fr. et proposer au Conseil fédéral

d'acquitter directement la nouvelle contribution de 1000 fr. comme les contributions des autres services internationaux.

La Commission ne pouvant pas trancher la question, il est décidé que le Président écrira au chef du Département fédéral de l'Intérieur pour lui soumettre ces deux solutions.

VI. RAPPORT FINANCIER ET BUDGETS.

M. le colonel *Lochmann* présente le relevé des comptes de la Commission pour l'année 1895. Ces comptes, qui bouclent à la fin de l'année 1895, ont été visés par le Président, puis approuvés par le Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles.

M. le colonel *Lochmann* a, comme précédemment, demandé au commencement de l'année, un à compte de 5000 francs sur l'allocation annuelle fédérale. Sur cette somme, il a été dépensé à ce jour fr. 1645,90. Si l'on tient compte du solde actif de l'année 1895, fr. 12,91, et du complément de l'allocation fédérale, 10 000 fr., il reste disponible à ce jour une somme de fr. 13 367,01 pour l'exercice courant.

Tableau des comptes de la Commission

1895	<i>Recettes.</i>	Fr. Cent.	Fr. Cent.
4 ^{er} janvier 31 déc.	<i>Solde actif de 1894</i>		42 26
»	<i>Allocation fédérale pour 1895</i> du Département fédéral de l'Intérieur	15000 —	
»	<i>Divers et imprévu :</i> Intérêt, pour 1895, sur un dépôt fait à la Banque populaire suisse à Berne	75 90	
»	Vente des publications de la Commission géographique suisse, par Georg et Cie, Fæsi et Beer et le bureau topographique	107 05	
»	Participation au bénéfice de la compagnie d'assurances <i>Zurich</i> pour 1894	3 20	45486 45
			45228 44
1896 27 janv.	<i>Solde actif de 1895</i>		12 94

géodésique suisse pour l'exercice de 1895.

1895	Dépenses.	Fr. Cent.	Fr. Cent.
31 déc.	Pour l'Ingénieur de la Commission :		
	Traitement pour 1895	4000 —	
	Indemnité de logement pour 1895	500 —	4500 —
	Frais de voyage et de bureau :		
	Indemnités de déplacement	1288 —	
	Frais de voyage	327 90	
	Frais de bureau, petits achats, réparations, etc.	404 65	2017 55
	Frais des stations :		
	Aides et dépenses des aides	950 30	
	Transport des instruments, établissement des stations	774 55	
	(Ingénieur : Total Fr. 3739 40.)		
	Bureau top. fédéral : note de F. Pianca, ingénieur pour la station Generoso	234 75	1953 60
	Frais de nivellements (Bureau topogr. fédéral)		3000 —
	Acquisition d'instruments (Nardin)		1800 —
	Frais d'impression : Procès-verbal 1895 (Attinger)		445 —
	Séances de la Commission suisse et de la Commission permanente internationale :		
	Séance à Neuchâtel (Hirsch, Gautier, Rebstein, Riggenbach et Lochmann)	282 40	
	Conférence à Neuchâtel (Gautier et Riggenbach)	436 40	
	Conférence à Berlin (Hirsch)	900 —	4348 80
	Contribution annuelle à l'Association géodésique internationale pour 1895		238 35
	Imprévu et divers :		
	Assurance de l'ingénieur	48 —	
	Achats de cartes, etc. (H. Kørber, bur. top.)	79 20	
	Frais de bureau (Bureau topogr. Hartmann)	415 —	242 20
1896	Total		
27 janv.	Solde actif à nouveau		15245 50
			42 94
			15228 41
	Berne, le 27 janvier 1896.		
	J.-J. LOCHMANN.		
	Neuchâtel, le 28 janvier 1896.		
	Le Président, Dr Ad. HIRSCH.		

La Commission remercie le colonel Lochmann de sa gestion financière. Elle établit ensuite de la manière suivante le budget rectifié pour l'année 1896 et un budget provisoire pour l'année 1897.

BUDGET RECTIFIÉ POUR 1896.

Recettes.

Solde actif de 1895	Fr.	12,91
Allocation fédérale pour 1895	»	15 000 —
	Fr.	<u>15 012,91</u>

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr.	4000 —
Indemnité de logement au même	»	500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	»	2000 —
Frais des stations astronomiques et de pendule	»	2400 —
Frais de nivellements	»	3000 —
Acquisition et réparations d'instruments	»	1000 —
Frais d'impression	»	750 —
Séance de la Commission suisse et de la Commission permanente internationale	»	800 —
Contribution annuelle à l'Association géodésique internationale pour 1896	»	240 —
Imprévu et divers	»	322,91
	Fr.	<u>15 012,91</u>

BUDGET PROVISOIRE POUR 1897.

Recettes.

Allocation fédérale pour 1897	Fr.	15 000 —
---	-----	----------

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr.	4000 —
Indemnité de logement au même	»	500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	»	1800 —
Frais des stations astronomiques et de pendule	»	2200 —
Frais de nivellements	»	3000 —
Acquisition et réparations d'instruments	»	1000 —
Frais d'impression	»	1500 —
Séances de la Commission suisse et du Bureau de l'Association géodésique in- ternationale	»	800 —
Imprévu et divers.	»	200 —
	Fr.	<u>15 000 —</u>

Suivant la décision que prendra le Conseil fédéral au sujet du mode de paiement des fr. 1000 de contribution annuelle à l'Association géodésique internationale, les recettes et les dépenses du budget de 1897 devront être toutes deux augmentées de 1000 fr.

La séance est levée à 6 heures 40 minutes.

Le Secrétaire,
R. GAUTIER.

Le Président,
A. HIRSCH.



13

